

Chem.

424

c

de Formiche

Chem

424 e

Arenot

Leitfaden für den Unterricht in der Chemie
(LEITFADEN

00
Hermann Dörr
Idar



FÜR DEN

UNTERRICHT IN DER CHEMIE.

METHODISCH BEARBEITET

VON

PROF. DR. RUDOLF ARENDT

IN LEIPZIG.

DRITTE, VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

MIT 85 IN DEN TEXT EINGESCHALTETEN HOLZSCHNITTEN.

HAMBURG UND LEIPZIG,
VERLAG VON LEOPOLD VOSS.

1889.



Druck der Verlagsanstalt und Druckerei Actien-Gesellschaft
(vormals J. F. Richter) in Hamburg.



Vorrede.

Der vorliegende „Leitfaden“ ist nach den methodischen Prinzipien bearbeitet, welche ich zuerst in meinem *Lehrbuch*, später in meinem *Grundriss der Anorganischen Chemie* zur Durchführung gebracht und in meiner *Technik der Experimentalchemie** eingehend entwickelt und erörtert habe. Ich glaube daher an diesem Orte von einer Besprechung der angewendeten Methode absehen und mich mit einer Verweisung auf die genannten Werke begnügen zu dürfen.

Das Buch enthält die wichtigsten Lehren der Organischen und Anorganischen Chemie in gedrängtester Kürze und ist für Schulen bestimmt, welche diesem Unterrichtszweig nicht mehr als höchstens ein Jahr widmen können.

Um den Gebrauch zu erleichtern, ist das ganze Pensum in Lektionen geteilt, welche durch große Ziffern am vordern Rand der Seiten markiert sind. Jede dieser Lektionen kann — einschließlich der nötigen Repetitionen — in einer Stunde absolviert werden. Ja viele derselben sind so knapp bemessen, daß es dem Lehrer, wenn die Zeit drängen sollte, ein Leichtes sein wird, ab und zu zwei in eine zusammenzufassen.

Die Ausführung der für den Unterricht nötigen Versuche ist nicht besonders beschrieben: ich habe vielmehr überall da, wo es wünschens-

*In noch ausführlicherer Weise ist dies in dem 1887 erschienenen Werke: „*Lehrgang der Chemie*“ (Halle, Buchhandlung des Waisenhauses) geschehen, worauf ich hierdurch verweisen möchte.

wert ist einen Versuch vorzuführen, auf meine *Technik der Experimentalchemie* (Leipzig 1881, LEOPOLD VOSS) verwiesen und zwar in eckiger Parenthese, z. B. [T. § 113]. Der Lehrer findet in diesem Werk eine ganz ins einzelne gehende Anleitung zur Benutzung und Handhabung der chemischen Apparate und Anstellung aller für den Unterricht nützlichen Demonstrationsversuche.

Die Holzschnitte, welche zur Illustration des Textes dienen, sind sämtlich Originale, mit Ausnahme von Fig. 83 u. 84, welche dem Werk von ELSNER, *Die Praxis des Nahrungsmittelchemikers*, entnommen sind.

Leipzig, im Februar 1884.

R. Arendt.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die vorliegende dritte Auflage ist, entsprechend den Fortschritten der Wissenschaft, durchweg berichtigt und durch kleine Zusätze vermehrt.

Leipzig, im März 1889.

Inhalt.

	Seite.
I. Schwere Metalle	1
1. Äußere oder physikalische Eigenschaften	1
2. Verhalten der Metalle beim Erhitzen	2
3. Erhitzen der unedlen Metalle bei Abschluß der Luft	3
4. Veränderung der Luft in Berührung mit erhitzten Metallen	5
5. Entdeckung des Sauerstoffs. Zusammensetzung der Luft	6
6. Atmosphärische Luft und Wasser	7
7. Rückblick	9
II. Leichte Metalle	10
III. Metalloide	11
IV. Allgemeiner Rückblick	16
V. Sulfide	18
1. Metallsulfide	18
2. Metalloidsulfide	19
VI. Chloride	20
VII. Reduktionen	23
1. Reduktion durch Wasserstoff	23
2. Reduktion durch Kohle	24
3. Reduktion durch Kalium und Natrium	24
4. Reduktion (Spaltung) durch Elektrizität	25
VIII. Atomlehre	27
IX. Stöchiometrie	29
X. Hydrate	32
XI. Salze	36
XII. Nomenklatur	40
XIII. Allgemeine Eigenschaften der Salze	42
XIV. Die wichtigsten Salze	43
1. Chloride	43
2. Sulfate	43
3. Carbonate	45
4. Nitrate	46
5. Silikate	48

	Seite.
XV. Wasserstoffverbindungen oder Hydrüre	49
XVI. Kohlenwasserstoffe	52
XVII. Alkohole und Phenole	56
XVIII. Organische Säuren	59
XIX. Ather	62
1. Eigentliche Äther	62
2. Zusammengesetzte Äther	63
XX. Fette	64
XXI. Kohlehydrate	65
XXII. Atherische Öle und Campher	67
XXIII. Harze	68
XXIV. Alkaloide oder Pflanzenbasen	69
XXV. Farbstoffe oder Pigmente	70
XXVI. Eiweißkörper, Proteinsubstanzen oder Albuminate	71
XXVII. Die organischen Wesen oder Organismen	72
1. Die Pflanze	73
2. Das Tier	74
XXVIII. Nahrungsmittel	78
XXIX. Gärung, Fäulnis und Verwesung	80
XXX. Zymotechnik	82
1. Alkoholgärung	82
2. Essiggärung	84
3. Brotgärung	84

I. Schwere Metalle.

1. Äußere oder physikalische Eigenschaften.

1. Farbe, Glanz, spezifisches Gewicht, Festigkeit, Härte, Elastizität, Dehnbarkeit und Sprödigkeit, Schweißbarkeit.

Zinn (*Stannum*) Sn. Seit dem Altertum bekannt. Sp. G. 7,3. Schmelzp. 230°. Weiß, politurfähig, dehnbar.

Blei (*Plumbum*) Pb. Seit dem Altertum bekannt. Sp. G. 11,4. Schmelzp. 335°. Weißlichgrau; auf frischer Schnittfläche glänzend, dehnbar (wenig ziehbar).

Zink (*Zincum*) Zn. Im Anfang des 16. Jahrhunderts durch PARACELSUS entdeckt, aber erst 1747 dargestellt. Sp. G. 6,8—7,2. Schmelzp. 360°. Weiß mit bläulichem Schimmer, spröde (zwischen 100° und 150° dehnbar).

Eisen (*Ferrum*) Fe. Seit dem Altertum bekannt. Das nützlichste und wertvollste Metall.

a. Roheisen (Gusseisen). Sp. G. 7,1. Schmelzp. 1400°. Entweder weiß (weißes Roheisen), oder grau (graues Roheisen); spröde, hart.

b. Schmiedeeisen, Schweiß Eisen oder Stabeisen. Sp. G. 7,6. Schmilzt in stärkster Weißglühhitze; vorher schweißbar (schmiedbar); lichtgrau, sehr zähe; weniger hart, nicht spröde.

c. Stahl. Sp. G. 7,5—7,8. Grauweiß, sehr politurfähig; wird durch starkes Erhitzen und rasches Abkühlen sehr hart und durch nachheriges gelindes Erwärmen wieder weicher; sehr fest; sehr elastisch; schmiedbar (Schweißstahl) und schmelzbar (Flussstahl, Gussstahl).

Kupfer (*Cuprum*) Cu. Seit dem Altertum bekannt. Sp. G. 8,9. Schmelzp. 1100°. Rot; sehr dehnbar.

Cadmium (*Cadmium*) Cd. 1818 entdeckt. Sp. G. 8,6. Schmelzp. 315—320°. Weiß; dehnbar.

Wismut (*Bismutum*) Bi. 1529 entdeckt. Sp. G. 9,8. Schmelzp. 264°. Weiß. etwas rötlich, kristallinisch, spröde.

Nickel (*Nicolum*) Ni. 1751 entdeckt. Sp. G. 8,8. Schmilzt in stärkster Rotglühhitze; dehnbar.

Quecksilber (*Hydrargyrum*) Hg. Seit dem Altertum bekannt. Sp. G. 13,5. Flüssig; grauweiß; Siedep. 360°.

Silber (*Argentum*) Ag. Sp. G. 10,5. Härte 2,5—3. Schmelzp. 1000°. Rein weiß, sehr dehnbar.

Gold (*Aurum*) Au. Seit dem Altertum bekannt. Sp. G. 19,5. Schmelzp. 1200°. Schön gelb; höchst politurfähig; sehr dehnbar (Blattgold).

Platin (*Platina*) Pt. 1741 entdeckt. Sp. G. 21,5. Schmelzp. über 1700°. Weiß mit einem Stich ins Stahlgrau; sehr dehnbar; schweißbar.

Legierungen sind homogene Gemische zweier oder mehrerer Metalle, z. B. Messing (Kupfer und Zink), Bronze (Kupfer und Zinn), Neusilber (Kupfer, Nickel und Zink) etc. Amalgame heißen alle quecksilberhaltigen Legierungen.

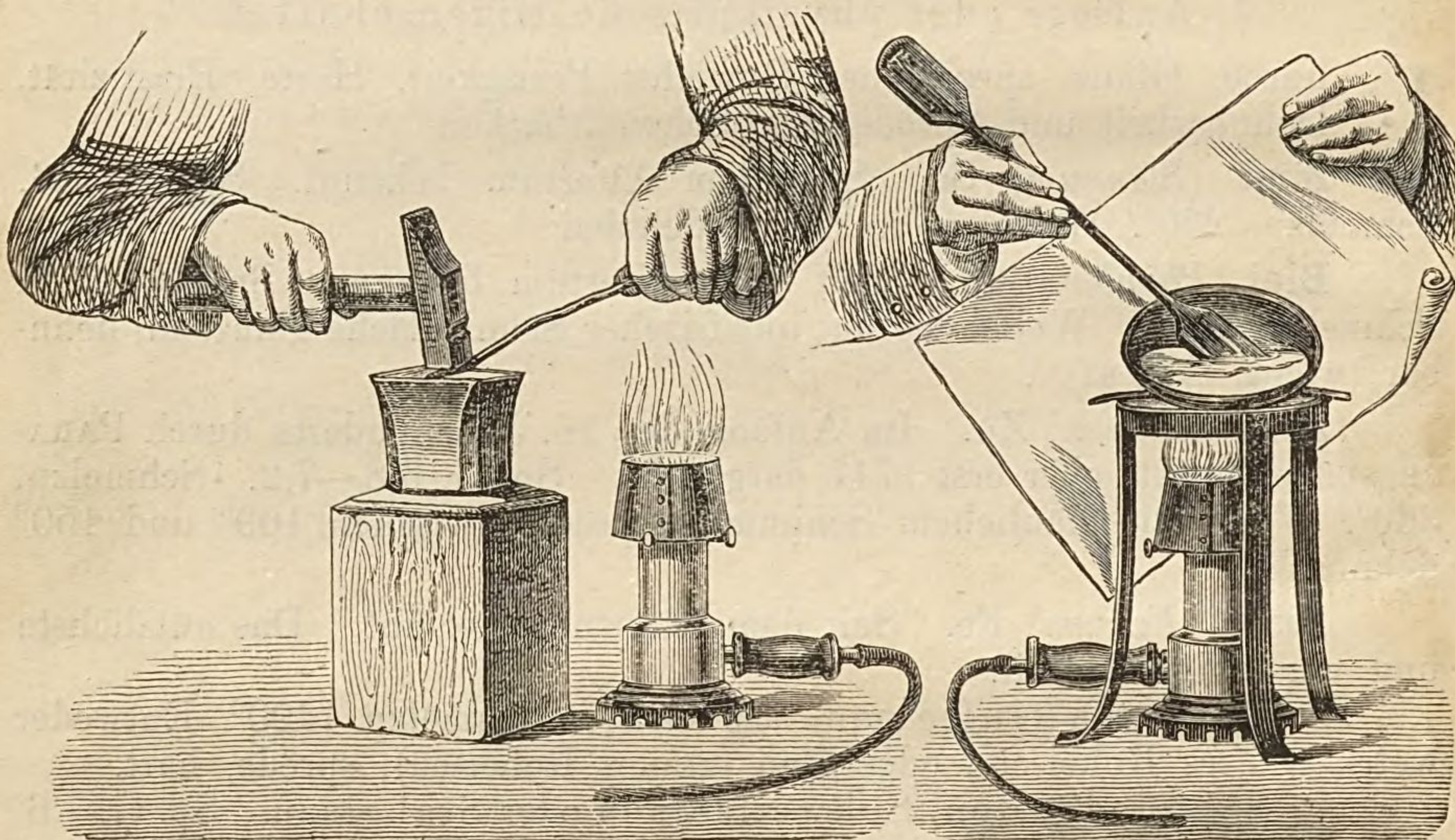


Fig. 1. Hämmern von erwärmtem Zink.

Fig. 2. Schmelzen von Zinn (Blei).

2. Verhalten der Metalle beim Erhitzen.

2. Schon beim mäßigen Erwärmen verändern manche Metalle ihre Eigenschaften: Zink wird über 100° hämmerbar (Fig 1) [T. § 3], bei stärkerem Erhitzen wieder spröde; Zinn und Blei werden vor dem Schmelzen spröde [T. § 1. u. 2]. Bei stärkerem Erhitzen schmelzen die Metalle, einige schon über Lampenfeuer (Zinn, Blei, Zink, Cadmium etc.), andre erst über Rotglühhitze (Kupfer, Nickel), noch andre erst bei Gebläsefeuer (Eisen, Platin).

Die meisten Metalle bedecken sich bei starkem Erhitzen mit einer Haut, z. B. geschmolzenes Zinn, Zink oder Blei [T. § 1—3]. Die Haut läßt sich mit einem Spatel abziehen (Fig. 2) und bildet sich sofort wieder von neuem. Die abgezogene Masse ist eine pulverförmige, verschieden gefärbte Substanz ohne metallische Eigenschaften. — Feine Zinkspäne verbrennen, wenn sie in einer Flamme erhitzt werden, mit

bläulichweißem Licht unter Bildung einer weißen Asche (Fig. 3) [T. § 3]. — Eisen (Stahl) und Kupfer [T. § 4 u. 5] überziehen sich schon vor dem Schmelzen mit einer Haut, wenn man sie in einer Flamme erhitzt (Fig. 4).

Nur Gold, Silber, Platin (im reinen, nicht legierten Zustand) bleiben beim Erhitzen unverändert.

Hiernach unterscheidet man die schweren Metalle in unedle und edle.

Die bei den unedlen Metallen sich bildenden Überzüge werden Aschen genannt; einige derselben führen besondere Namen: Bleiglätte, Zinkweiß, Eisenhammerschlag, Kupferhammerschlag etc.

Welches ist die Ursache dieser Veränderungen? Um die Ursache der Aschenbildung bei den unedlen Metallen aufzufinden, sind

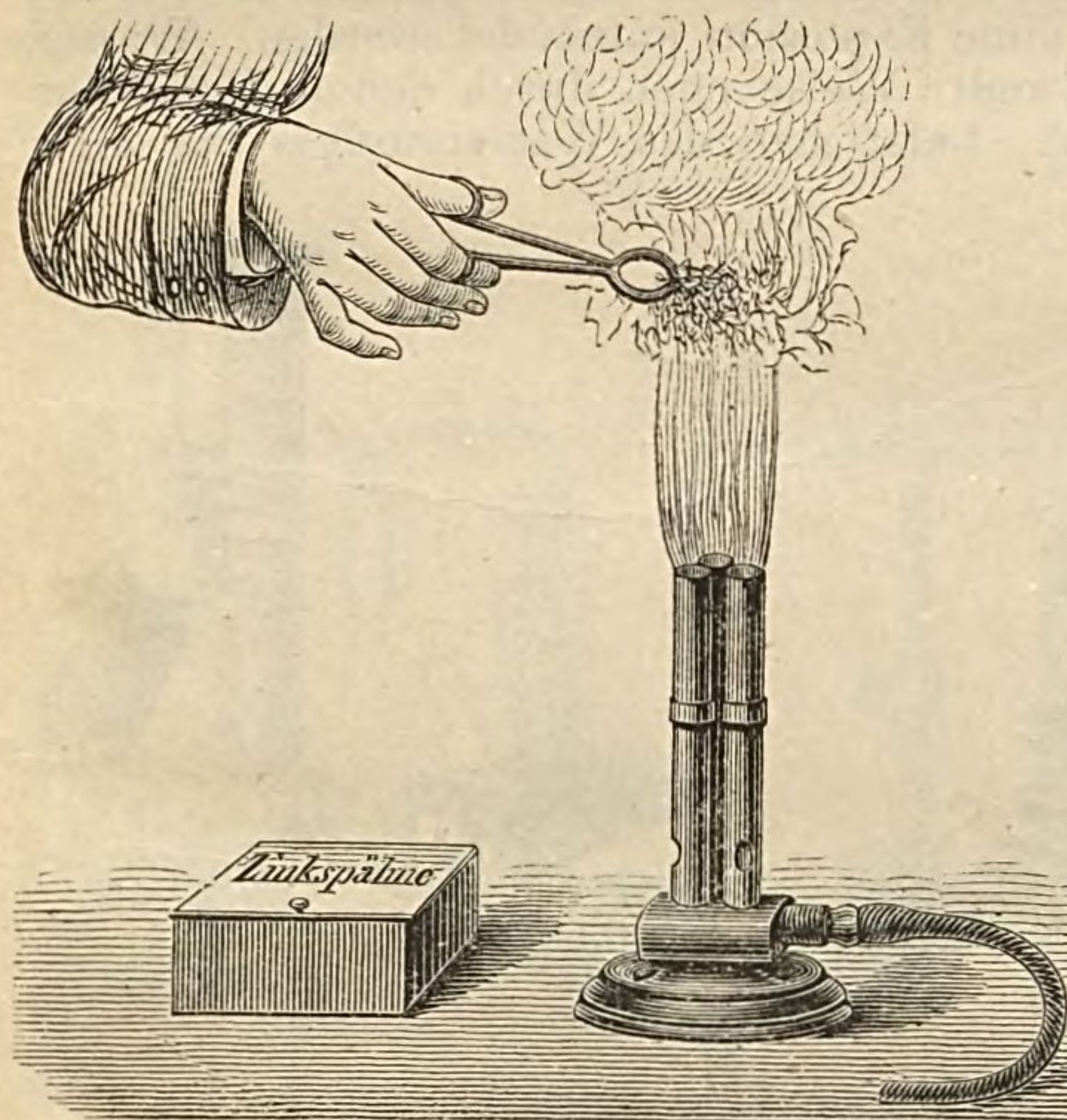


Fig. 3. Verbrennen von Zinkspänen.

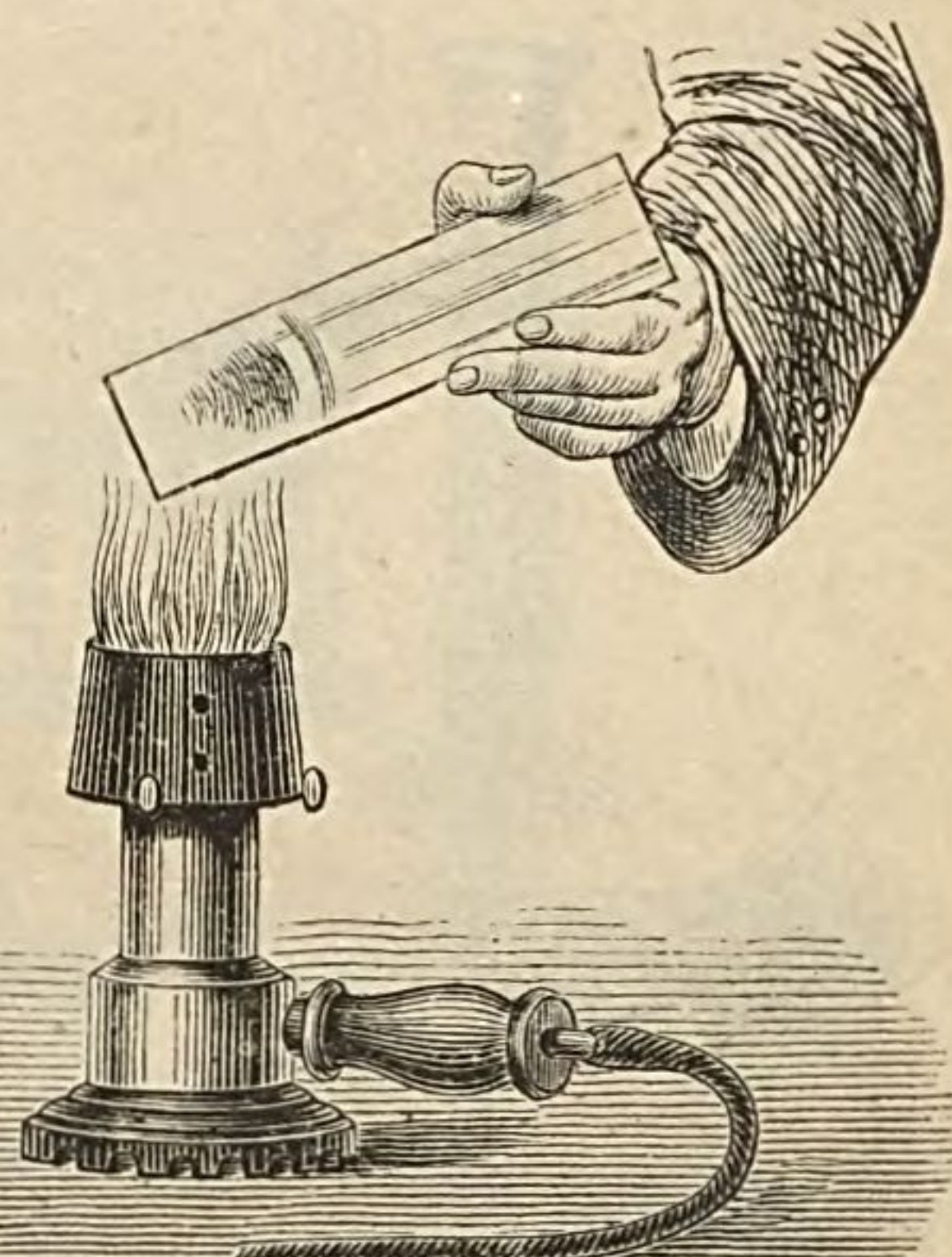


Fig. 4. Anlassen von Eisen (Stahl).

die Umstände, welche diese Veränderung etwa bewirken könnten, einer Prüfung zu unterziehen. Dafs in dem Erhitzen eine der Ursachen liegt, ergibt sich von selbst; ob aber das Metall für sich allein durch bloßes Erhitzen schon in dieser Weise verändert wird, ist fraglich, weil der Einfluß der Luft hierbei mit zu berücksichtigen ist. Man wird deshalb die Metalle bei Abschlufs von Luft erhitzen müssen, um zu sehen, ob diese Veränderung dann ebenfalls eintritt.

3. Erhitzen der unedlen Metalle bei Abschlufs der Luft.

3. Abschlufs der Luft läßt sich am leichtesten dadurch erzielen, dafs man dieselbe aus einem geschlossenen Raume mittels eines andren Gases, z. B. Wasserstoff, verdrängt.

Wasserstoff (*Hydrogenium*) H. Farbloses, geruchloses Gas, welches sich leicht durch Übergießen von Zink mit Salzsäure darstellen läßt.

Man benutzt dazu eine Gasentwickelungsflasche, welche mit Sicherheitsrohr und Gasableitungsrohr versehen ist, und fängt das Gas in einem Gasometer auf [T. § 19]. Zuvor ist es auf seine Reinheit zu prüfen. In der Gasentwickelungsflasche befindet sich granuliertes Zink, und die verdünnte Säure wird durch das Sicherheitsrohr nachgegossen. Für das in den Gasometer einströmende Gas fließen entsprechende Mengen Wasser aus.

Die wichtigsten Eigenschaften des Wasserstoffgases lassen sich zeigen, indem man einen Cylinder aus dem Gasometer mit Wasserstoff füllt, denselben verkehrt mit dem offenen Ende nach unten hält und ein brennendes Licht von unten her hineinschiebt (Fig. 5). Das Gas entzündet sich, während das Licht im Innern verlöscht. Beim Herausziehen entzündet sich das Licht von neuem an der Wasserstoffflamme, eine Erscheinung, die sich mehrmals wiederholen läßt. — Füllt man ferner aus dem Gasometer zwei gleich große Flaschen, hält dann die eine verkehrt, die andre aufrecht (Fig. 6) und bringt die Öffnung der letzteren nach einigen Sekunden einer Flamme nahe, so explodiert das Gas, weil es zum Teil aus der Flasche entweicht und der Rest sich mit Luft gemischt hat. Das in der verkehrt gehaltenen Flasche enthaltene Gas kann nach längerer Zeit ohne Explosion entzündet werden. Wasserstoff ist also leichter als Luft, was sich auf andre Weise noch durch den in Fig. 7 dargestellten Versuch darthun läßt [T. § 20]. Läßt man das Wasserstoffgas aus einer

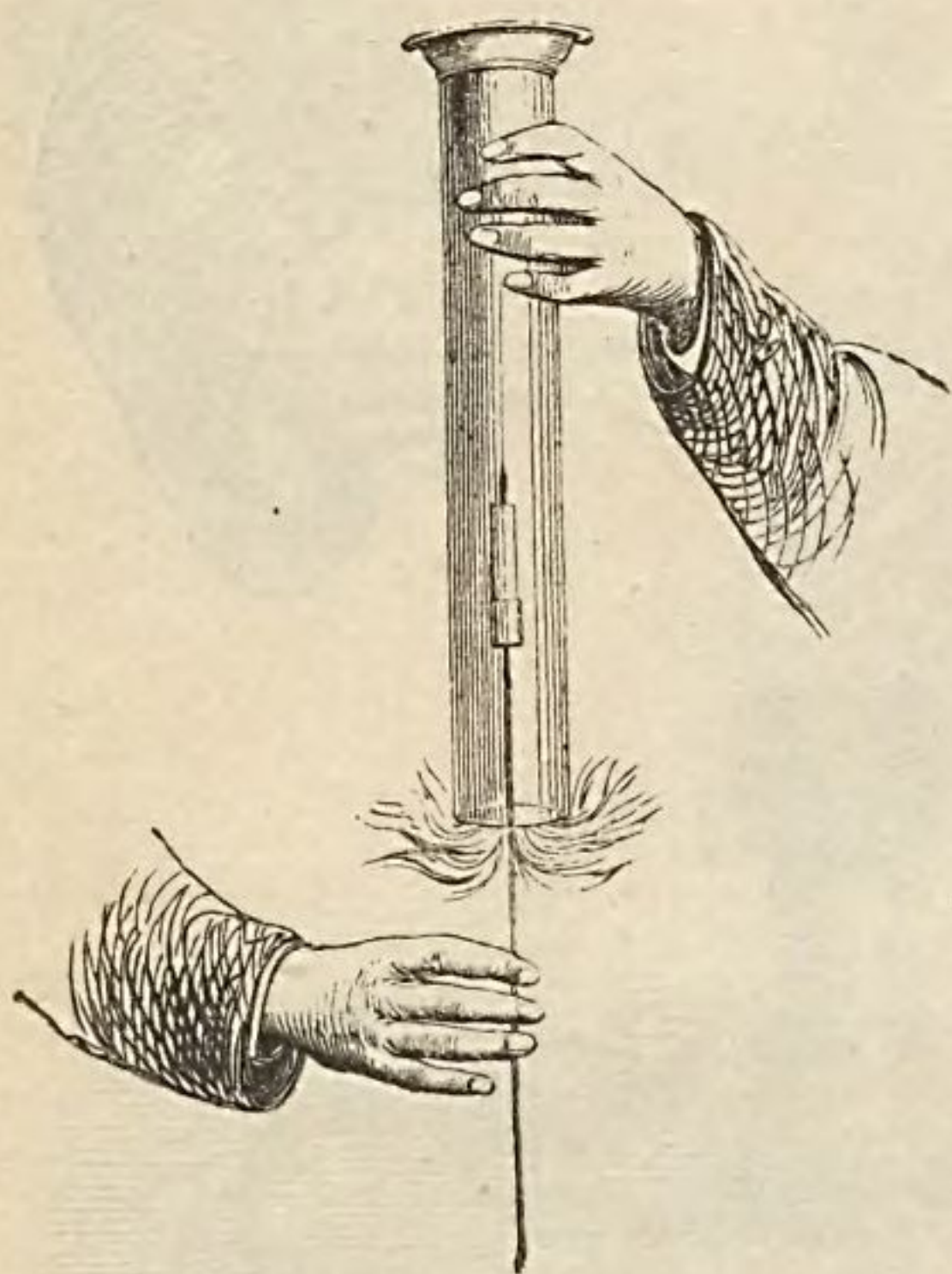


Fig. 5.
Entzündungsversuch mit Wasserstoff



Fig. 6.
Spezifisches Gewicht des Wasserstoffs.

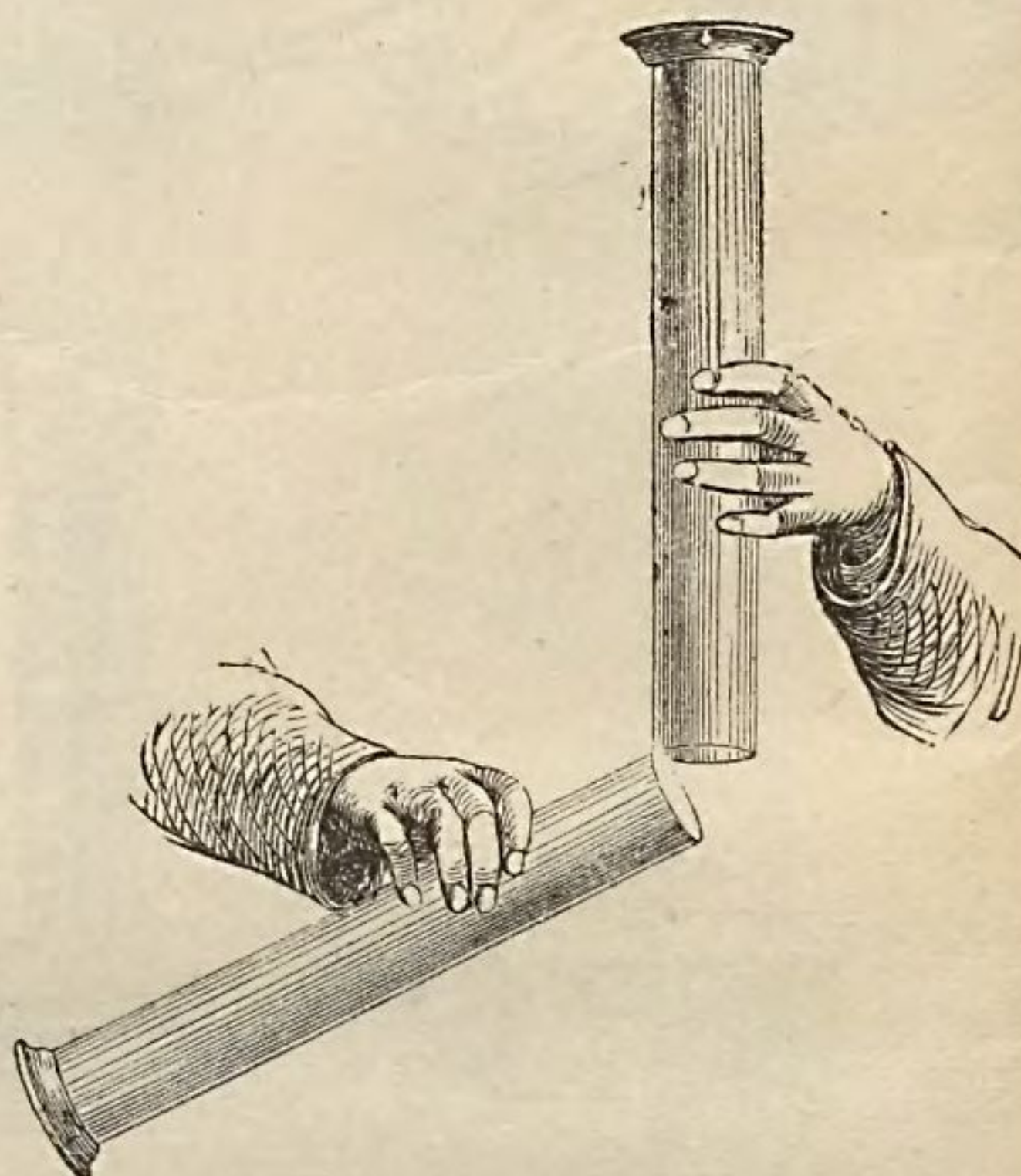


Fig. 7.

Glasröhre mit enger Öffnung ausströmen, entzündet es dann und schiebt über die Flamme ein beiderseits offenes Glasrohr, so entsteht ein Ton (chemische Harmonika).

Wasserstoff ist leichter als Luft: sp. G. 0,0693; brennbar, explodiert mit Luft gemischt, verlöscht aber die Flammen.

4. Schließt man ein blank geputztes Kupferblech in eine Glasröhre ein, leitet Wasserstoff durch und erhitzt dann die Röhre von außen stark, so bleibt das Kupferblech unverändert blank, so lange man auch das Erhitzen fortsetzt, und der Wasserstoff tritt unverändert aus, was sich daraus erkennen läßt, daß er am Austrittsende der Röhre ruhig weiter brennt (Fig. 8). Verlöscht man aber die Flammen und läßt dann, so lange das Metall noch heiß ist, Luft durch die Röhre strömen, so überzieht es sich sofort mit dem bekannten Überzug [T. §. 21].

Hieraus folgt mit Bestimmtheit, daß die Luft die Umänderung der unedlen Metalle, d. h. die Bildung der Aschen bewirkt

4. Veränderungen der Luft in Berührung mit erhitzten Metallen.

5. Um zu entscheiden, ob die Luft bei diesem Vorgange selbst eine Veränderung erleidet, erhitzt man ein mit Kupferspänen gefülltes Glasrohr, leitet dann ein abgemessenes Quantum Luft hindurch (Fig. 9) und richtet den Versuch so ein, daß man die austretende Luft auffangen und messen kann [T. § 23].

Hierbei beobachtet man, daß, während das Metall in der Röhre sich schwärzt, die Luft selbst eine Volumverminderung erleidet, da das in dem Cylinder aufgefangene Gas nur etwa $\frac{4}{5}$ der Luftmenge beträgt, welche man übergeleitet hat. Ferner findet sich, daß das ausgetretene Gas keine gewöhnliche Luft mehr ist, da ein hineingehaltener brennender Span nicht weiter brennt, sondern sofort verlöscht.

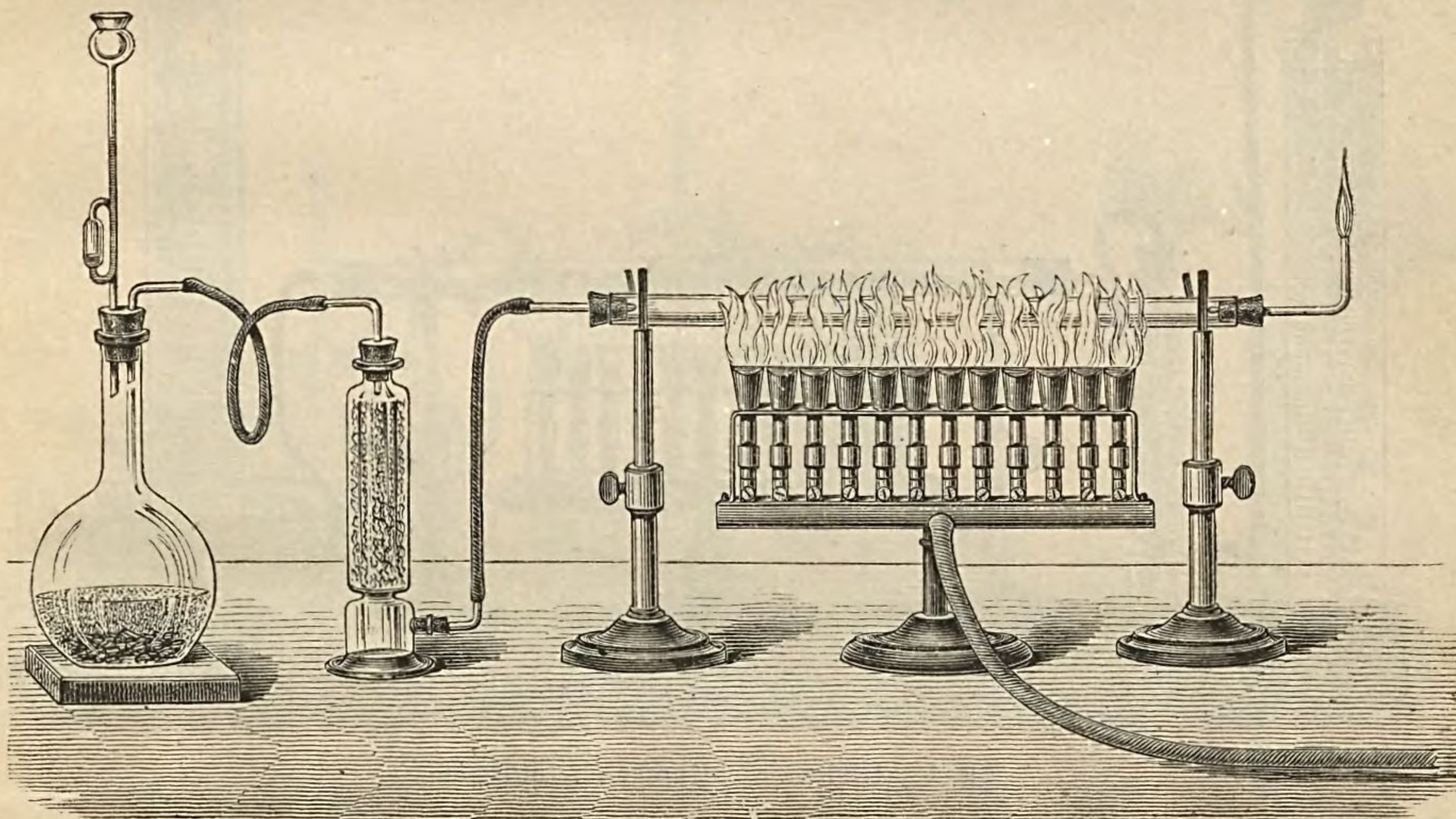


Fig. 8. Glühen von Kupfer in Wasserstoff.

Bei der Einwirkung von Luft auf erhitzte Metalle verändert sich also nicht nur das Metall, sondern auch die Luft.

Worin aber besteht diese Veränderung?

Wenn die Volumveränderung darauf beruht, daß ein Teil der Luft an das Metall getreten ist (sich mit ihm verbunden hat), so muß das Metall nach dem Erhitzen schwerer sein, als vorher. Diese Frage läßt sich dadurch entscheiden, daß man eine gewogene Menge Metall durch Erhitzen in Asche verwandelt. Man hängt deshalb einen kleinen Hufeisenmagnet, welchen man zuvor in Eisenpulver getaucht hat, an einer Wage auf, bringt diese ins Gleichgewicht und erhitzt dann das Eisenpulver durch eine kleine Flamme [T. § 25]. Während letzteres verglimmt, senkt sich die Wagschale und dies beweist unzweifelhaft, daß das Metall schwerer geworden ist, was in Berücksichtigung aller bisherigen Versuchsergebnisse nur darauf beruhen kann, daß das Metall sich mit einem Teile der Luft verbunden hat.

Wie muß dieser Teil der Luft beschaffen sein?

Offenbar wird er die Verbrennung unterhalten können und zwar mit größerer Lebhaftigkeit, als die Luft selbst.

5. Entdeckung des Sauerstoffs. Zusammensetzung der Luft.

6. Alle Versuche, den von einem unedlen Metall absorbierten Teil der Luft durch bloßes Erhitzen wieder zu gewinnen, erweisen sich als vollkommen fruchtlos. Mit der roten Quecksilberasche aber,

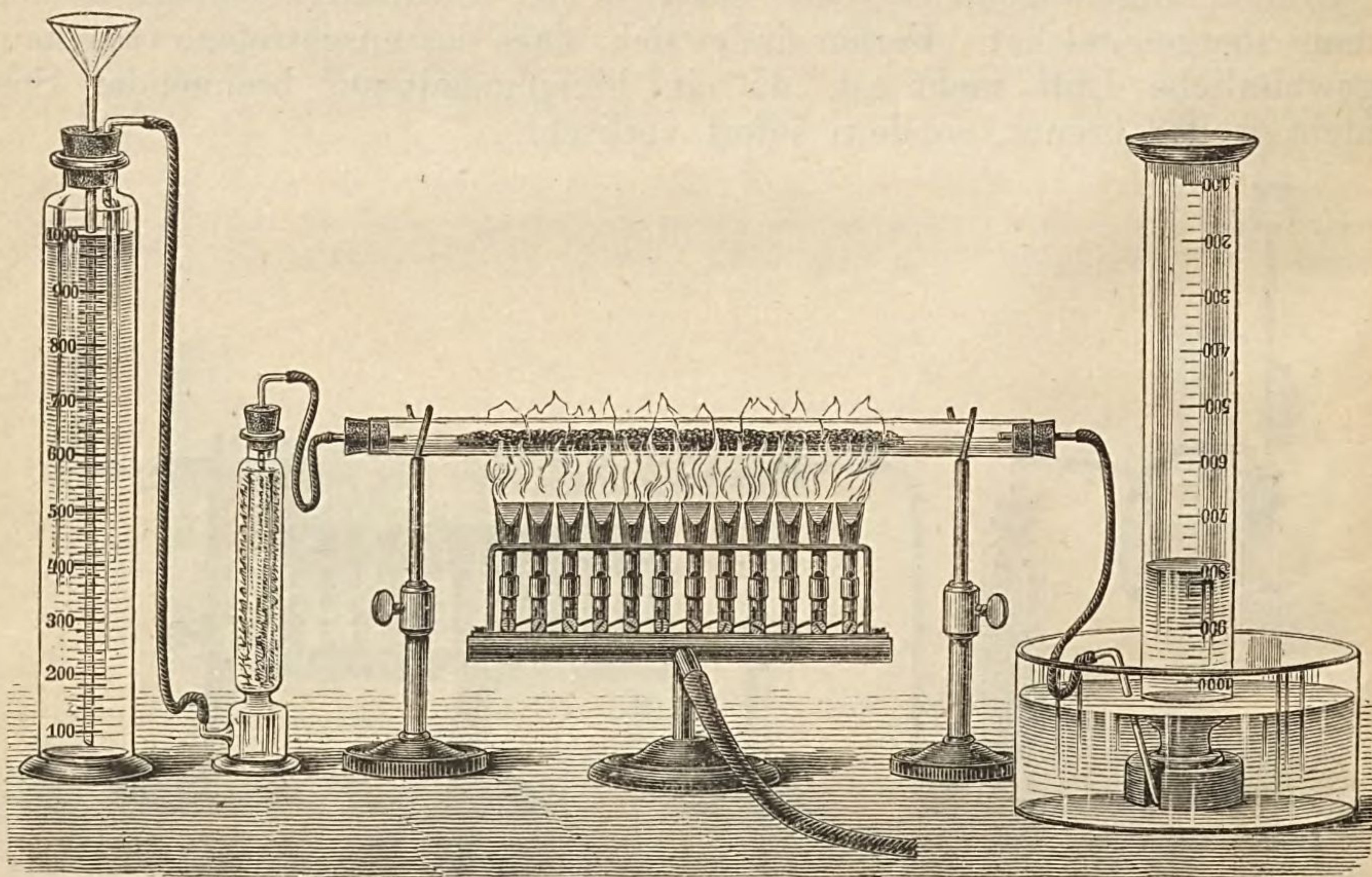


Fig. 9. Glühen von Kupfer im Luftstrom.

welche durch längeres Erhitzen des halbedlen Quecksilbers in Berührung mit Luft sich bildet, gelingt es leicht [T. § 26].

Erhitzt man diese Asche in einer mit Vorlage versehenen Retorte, während letztere mit einer Gasentwicklungsvorrichtung versehen ist, so sammelt sich in der Vorlage bald Quecksilber an, während ein farbloses Gas mittels der pneumatischen Wanne in einem Cylinder aufgefangen werden kann (Fig. 10).

Fig. 11. Eine Prüfung des in dem Cylinder aufgefangenen Gases mittels eines glimmenden Spans, welcher sich darin entzündet und mit großer Lebhaftigkeit weiter brennt (Fig. ~~14~~), bestätigt das, was über die Eigenschaften des mit den Metallen verbundenen, der Luft entzogenen Gases vorausgesagt werden konnte. Wir gelangen demnach zu folgendem

Ergebnis. Die Luft ist kein einfacher Körper: sie besteht aus zwei verschiedenen Gasen, einem aktiven und einem passiven. Jenes ist Sauerstoff, dieses ist Stickstoff genannt worden. Die unedlen Metalle verbinden sich beim Erhitzen an der Luft mit dem Sauerstoff und lassen den Stickstoff übrig. Die Aschen sind Verbindungen von Metallen mit Sauerstoff.

Sauerstoff (*Oxygenium*) O. 1774 und 1775 von PRIESTLEY und SCHEELE entdeckt. Farbloses, geruchloses, geschmackloses Gas. Sp. G. 1,1088; unterhält die Verbrennung mit großer Lebhaftigkeit, sowie den Atmungsprozess der Tiere; verbindet sich mit Metallen. Lässt sich bei -140° und unter 320 Atm. Druck zu einer Flüssigkeit verdichten, deren Siedepunkt bei gewöhnlichem Druck -181° .

Stickstoff (*Nitrogenium*) N. 1777 von LAVOISIER und SCHEELE aus der Luft abgeschieden. Farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas. Sp. G. 0,969; verlöscht die Flamme brennender Körper (und kann den Atmungsprozess der Tiere nicht unterhalten. Lässt sich durch einen Druck von mindestens 300 Atm. und plötzliche Ausdehnung (Abkühlung))

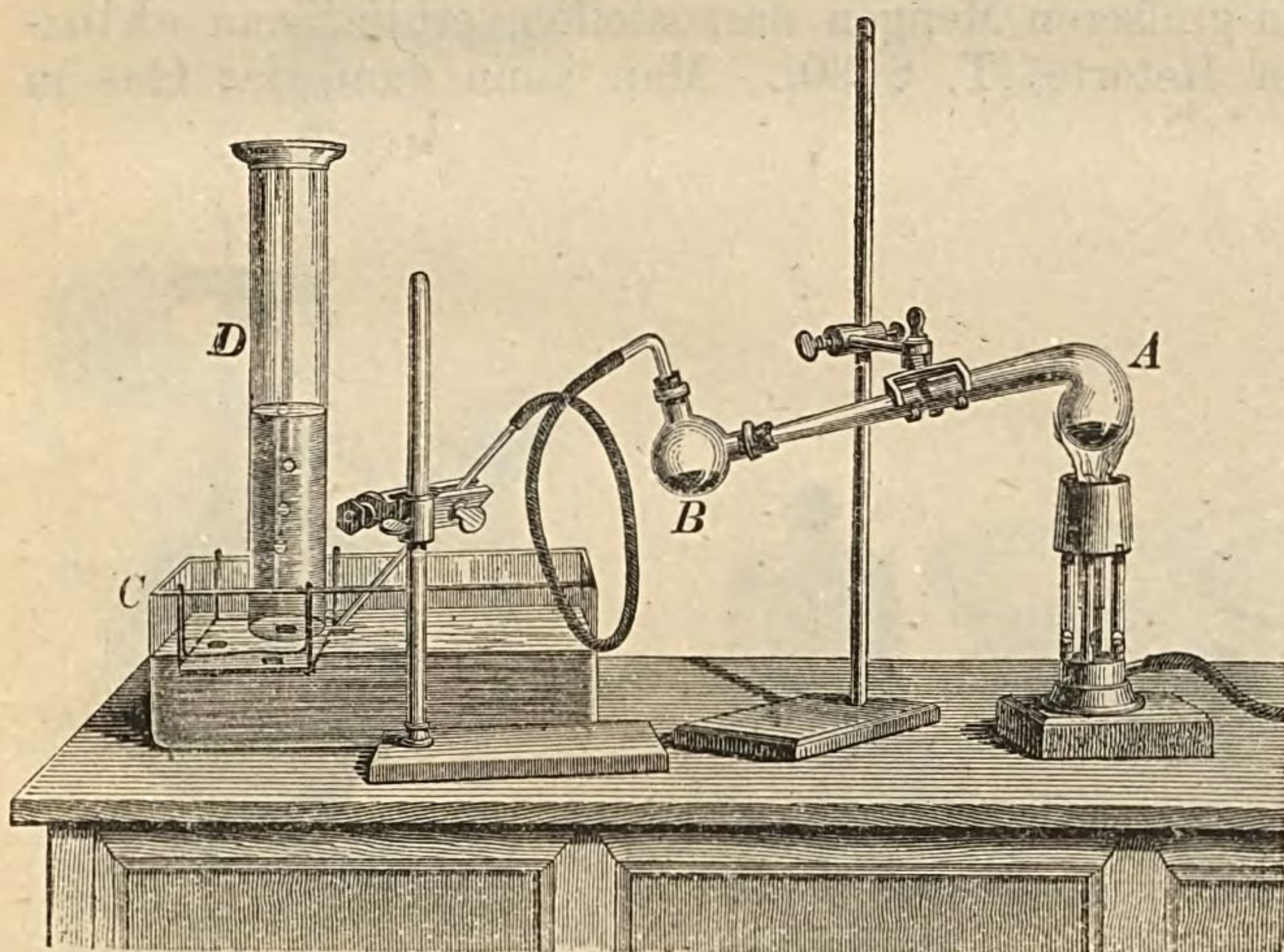


Fig. 10. Entwicklung von Sauerstoff.

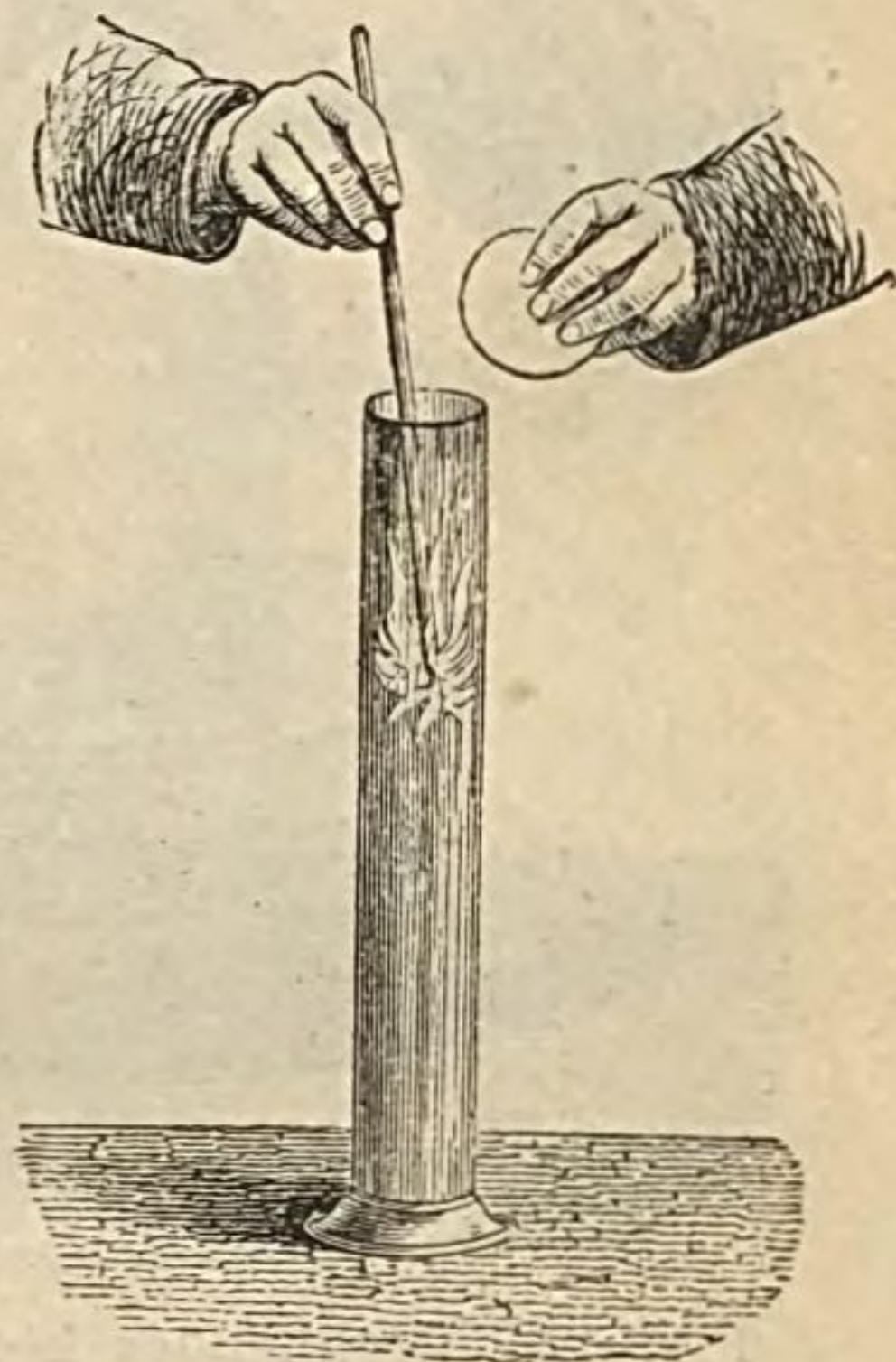


Fig. 11.

zu einer Flüssigkeit verdichten, deren Siedepunkt unter gewöhnlichem Druck -193° ; erstarrt beim Verdampfen im Vakuum und zeigt bei 4 mm -225° (niedrigste bis jetzt beobachtete Temperatur).)

6. Atmosphärische Luft und Wasser.

7. Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von 1 Volumen Sauerstoff mit ~~2~~ 4 Volumen Stickstoff (genauer 20,9 p. z. O und 79,1 p. z. N). Diese Zusammensetzung ist auf der ganzen Erdoberfläche zu allen Zeiten und an allen Orten dieselbe, natürlich nur im Freien. In geschlossenen Räumen kann ihre Zusammensetzung durch den Prozess der Atmung und durch das Brennen von Flammen wesentlich geändert werden.

Letzteres lässt sich sehr leicht darthun, indem man ein kleines Lichtstück auf einem Schälchen befestigt, dasselbe anzündet und auf Wasser schwimmend mit einer Glasglocke bedeckt (Fig. 12). Das Licht fängt bald an trübe zu brennen und verlöscht nach kurzer Zeit, wobei das Wasser in die Höhe steigt [T. § 27].

Soll in geschlossenen Räumen, in welchen viel Menschen atmen, und Flammen brennen, eine immer gleich gute Luft erhalten werden, so

ist die Zuführung frischer Luft absolut erforderlich (Lüftung oder Ventilation. T. I. Bd. Seite 259 fgde.). In Wohnzimmern, in welchen nur wenig Menschen atmen und nur einzelne Flammen brennen, wird eine soweit gehende Verschlechterung der Luft, daß sie nachteilig werden könnte, kaum beobachtet, weil durch alle Fenster- und Thürritzen, sowie auch durch die porösen Mauern hindurch fortwährend eine genügende Ausgleichung stattfindet.

Die Güte der Luft (Salubrität) beruht aber keineswegs allein auf ihrem relativen Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff, sondern ist vielmehr dadurch bedingt, daß sie möglichst frei von gewissen andern gesundheitswidrigen Stoffen ist, welche zu Krankheitsursachen werden können (Miasmen, Ansteckungsstoffe oder Infektionsstoffe etc.), worüber später Genaueres zu sagen ist.

Um Sauerstoff in größeren Mengen darzustellen, erhitzt man chlor-saures Kali in einer Retorte [T. § 30]. Man kann dann das Gas in

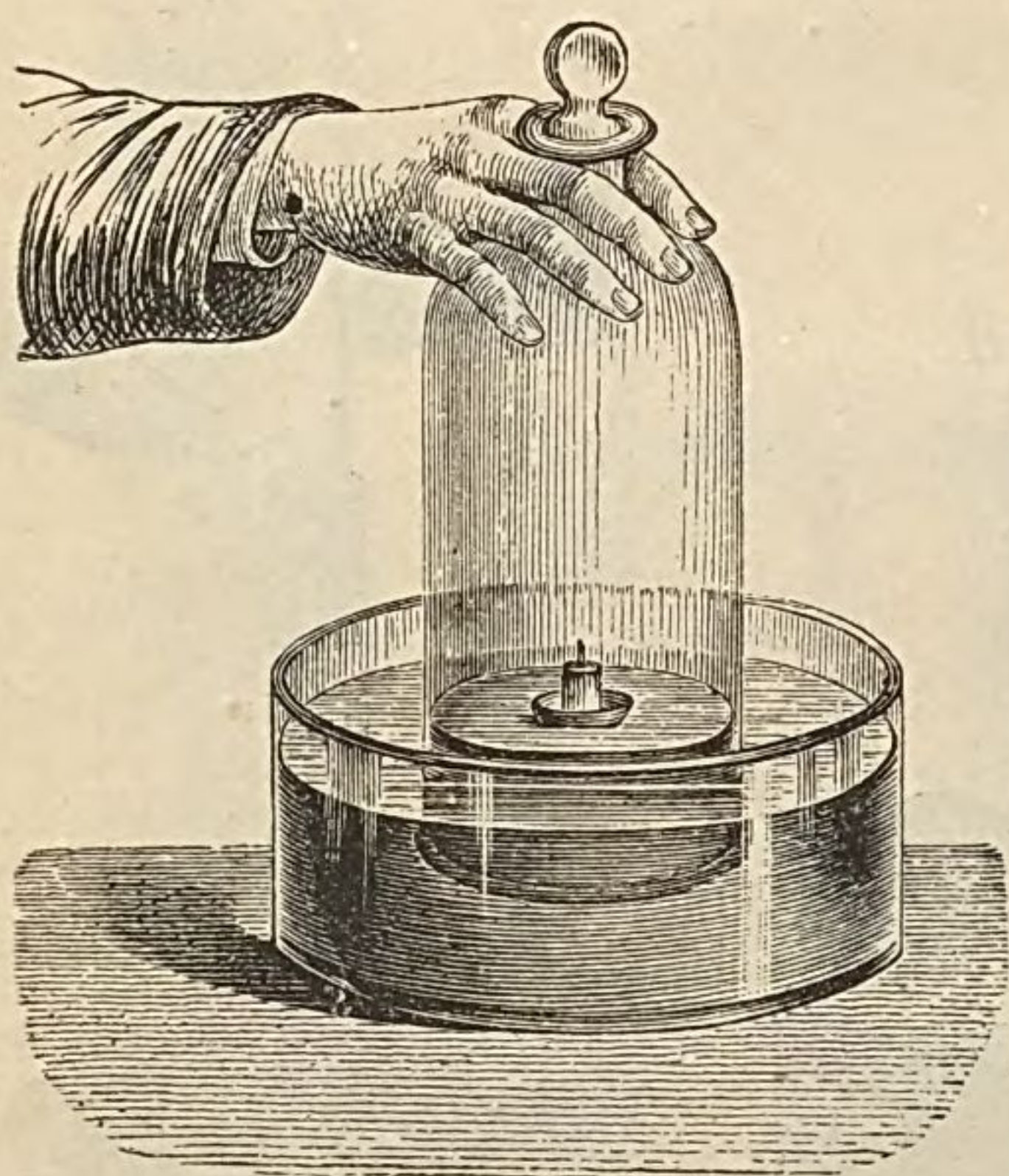


Fig. 12. Brennendes Licht in eingeschlossener Luft.

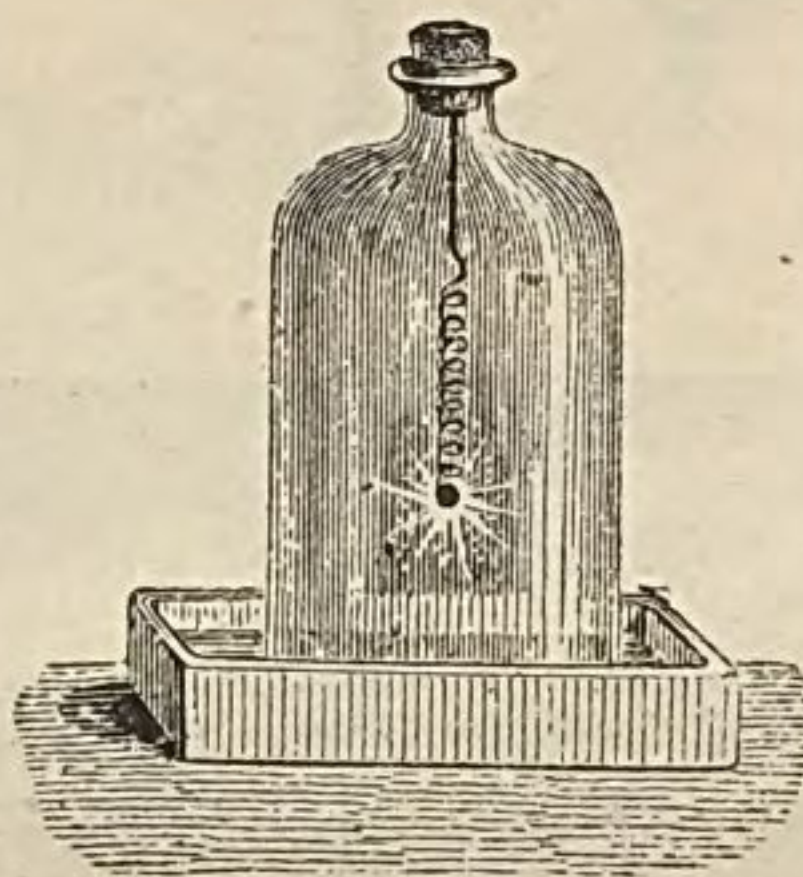


Fig. 13. Eisen in Sauerstoff verbrannt.



Fig. 14. Schwefel

Glasglocken und Glasballons auffangen und glimmende Körper hinein bringen. Eine Spirale aus Uhrfederstahl verbrennt darin mit blendendem Glanz (Fig. 13), ebenso kleine Stückchen von Schwefel oder Phosphor, welche man mittels eines Löffelchens brennend in Sauerstoff taucht (Fig. 14). Die Verbrennung erfolgt in den beiden letzten Fällen unter Ausstrahlung eines sehr hellen (blauen bez. weißen) Lichtes.

8. Knallgas [T. § 33 bis 36]. Da auch die Verbrennung des Wasserstoffs nichts anderes als eine Verbindung dieses Gases mit Sauerstoff sein kann, so muß seine Verbrennung in Sauerstoffgas ebenso wie die der übrigen brennbaren Körper mit größerer Lebhaftigkeit von statten gehen, als in Luft. Mengt man Sauerstoff und Wasserstoff im Volumverhältnis von 1 : 2 in einer Blase (Fig. 15), bläst von diesem Gemenge etwas in Seifenschaum und berührt dann letzteren mit einer Flamme, so erfolgt eine Explosion mit außerordentlich heftigem Knall (Fig. 16).

Deshalb wird dieses Gasgemenge Knallgas genannt. Durch einen eigens dazu konstruierten Hahn (Daniellischer Hahn) kann die Ver-

brennung des Wasserstoffs in Sauerstoff zu einem ganz ungefährlichen Experiment gemacht werden, indem sich beide Gase erst in der Flamme selbst mischen. Die hierdurch erzeugte Flamme besitzt eine so hohe Temperatur (über 2000°), daß Platin darin mit Leichtigkeit geschmolzen, und unschmelzbare Körper, z. B. Kalk, zum lebhaften Glühen gebracht werden können. (Drummondsches Kalklicht.)

Wasser. Läßt man Wasserstoff aus einer Glasröhre brennen und hält eine kalte Glasglocke darüber, so bedeckt sich diese auf der Innenwand alsbald mit einem wässerigen Beschlage; dieser zieht sich, so



Fig. 15.

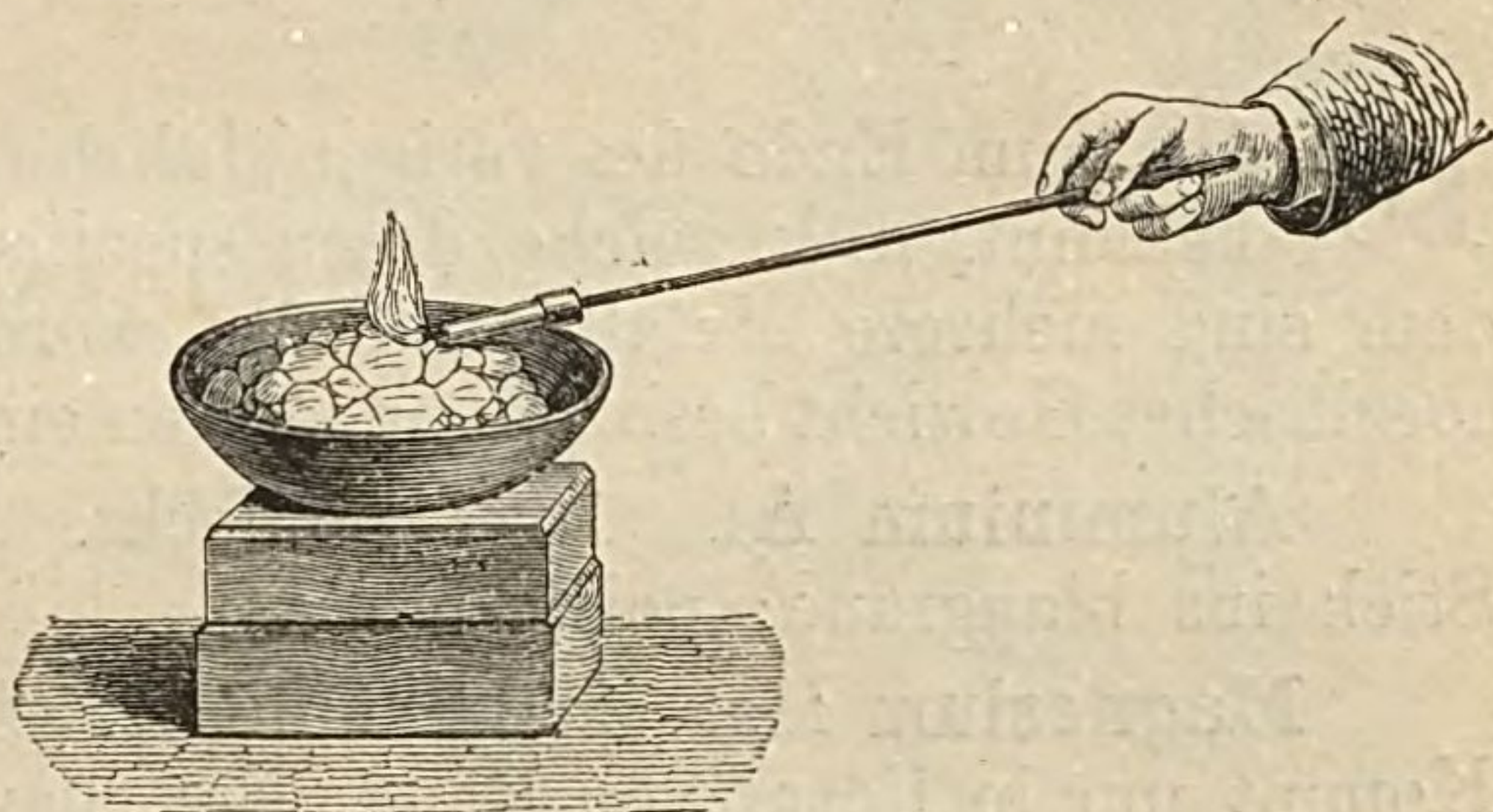


Fig. 16.

Knallgas.

lange die Glasglocke noch nicht zu stark erhitzt ist, zu Tropfen zusammen, welche aufgefangen werden können. Das Verbrennungsprodukt des Wasserstoffs ist Wasser, oder mit andern Worten: das Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die Zusammensetzung des Wassers wurde 1784 durch CAVENDISH entdeckt. Seitdem ist also auch das Wasser aus der Reihe der ehemals für Elemente gehaltenen Körper ausgestrichen.

Die natürlichen Wässer sind nie rein, sondern enthalten mehr oder weniger mineralische und organische Substanzen aufgelöst, die sie entweder dem Erdboden entzogen oder, wie das Regenwasser, durch den Staub der Luft in sich aufgenommen haben. Um reines Wasser zu erhalten, muß man es destillieren (destilliertes Wasser).

7. Rückblick.

9. Die Erscheinungen, welche man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Verbrennung bezeichnet, werden durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs bewirkt und unterhalten, indem sich die verbrennenden Körper mit dem Sauerstoff verbinden und neue Produkte geben, welche mit den ur-

sprünglichen keine Ähnlichkeit mehr besitzen. Da die Umwandlung der unedlen Metalle in Aschen ebenfalls nur auf dieser Ursache beruht, so ist auch sie nichts anderes, als ein Verbrennungsprozess. Dasselbe gilt von dem Atmungsprozess der Menschen und Tiere, nur mit dem Unterschied, daß die Verbrennung hier nicht rasch und mit Flamme, sondern langsam von statten geht. Bei allen Verbrennungen wird Wärme entwickelt.

Da der Sauerstoff Oxygenium heißt, so ist Verbrennung gleichbedeutend mit Oxydation. Brennbare Körper werden oxydierbare Körper und verbrannte Körper Oxyde genannt. Die Metallaschen sind also Oxyde: Bleioxyd, Zinkoxyd, Eisenoxyd, Kupferoxyd etc.

II. Leichte Metalle.

10. Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts waren nur schwere Metalle bekannt, d. h. solche, deren spezifisches Gewicht über 7 liegt. Seitdem sind mehrere Metalle entdeckt worden, die ein auffallend niedriges spezifisches Gewicht besitzen, und deren einige sogar leichter als Wasser sind.

Aluminium Al. 1827 entdeckt. Sp. G. 2,6. Weiß mit einem Stich ins blaugraue; politurfähig.

Magnesium Mg. 1808 entdeckt. Sp. G. 1,8. Weiß und glänzend. Kommt nur in Form von Band oder Staub im Handel vor (Magnesiumband, Magnesiumstaub) und dient, weil es sich anzünden läßt und mit sehr intensiver Flamme brennt, zur Beleuchtung [T. § 10].

Kalium K. 1808 entdeckt. Sp. G. 0,865. Schmelzp. 63°. Weich; knetbar; auf frischer Schnittfläche silberweiß, sich aber sofort mit einer weißlichen Haut bedeckend.

Natrium Na. 1808 entdeckt. Sp. G. 0,972. Schmelzp. 96°. Silberweiß, dem Kalium ähnlich.

Kalium und Natrium lassen sich an gewöhnlicher Luft nicht aufbewahren, weil sie sich außerordentlich schnell mit Sauerstoff verbinden. Man schmilzt sie daher entweder mit Wasserstoff in Glasröhren ein, oder bewahrt sie unter Petroleum auf. Beim Erhitzen schmelzen sie sehr leicht, entzünden sich und verbrennen unter Entwicklung eines weißen Rauches und Hinterlassung weißer fester Oxyde (Fig. 17).

Diese Oxyde lösen sich, abweichend von den Oxyden der schweren Metalle, leicht in Wasser auf, ja sie ziehen sogar schon Feuchtigkeit aus der Luft an und verwandeln sich deshalb nach längerem Stehen in offenen Schalen zu öligen Flüssigkeiten, welche die Haut schlüpfrig machen und mit größeren Mengen Wasser verdünnt einen ätzenden Geschmack besitzen [T. § 50]. Diese Oxyde heißen:

Kaliumoxyd (Kali) und **Natriumoxyd (Natron)**. Beide führen den gemeinschaftlichen Namen Alkalien, und die Metalle, aus denen sie entstehen, heißen Alkalimetalle. Als gemeinschaftliches Kennzeichen der Alkalien, d. h. der beiden Oxyde Kali und Natron, gilt, daß sie sich leicht in Wasser lösen, im gelösten Zustande ätzend schmecken, gewisse Pflanzenfarben in besonderer Weise verändern (rotes Lackmuspapier wird blau, gelbes Curcumapapier braun), und daß die Lösungen besonders im konzentrierten Zustand tierische Substanzen (Horn, Federn, Wolle, Haare etc.) vollständig auflösen und zerstören.

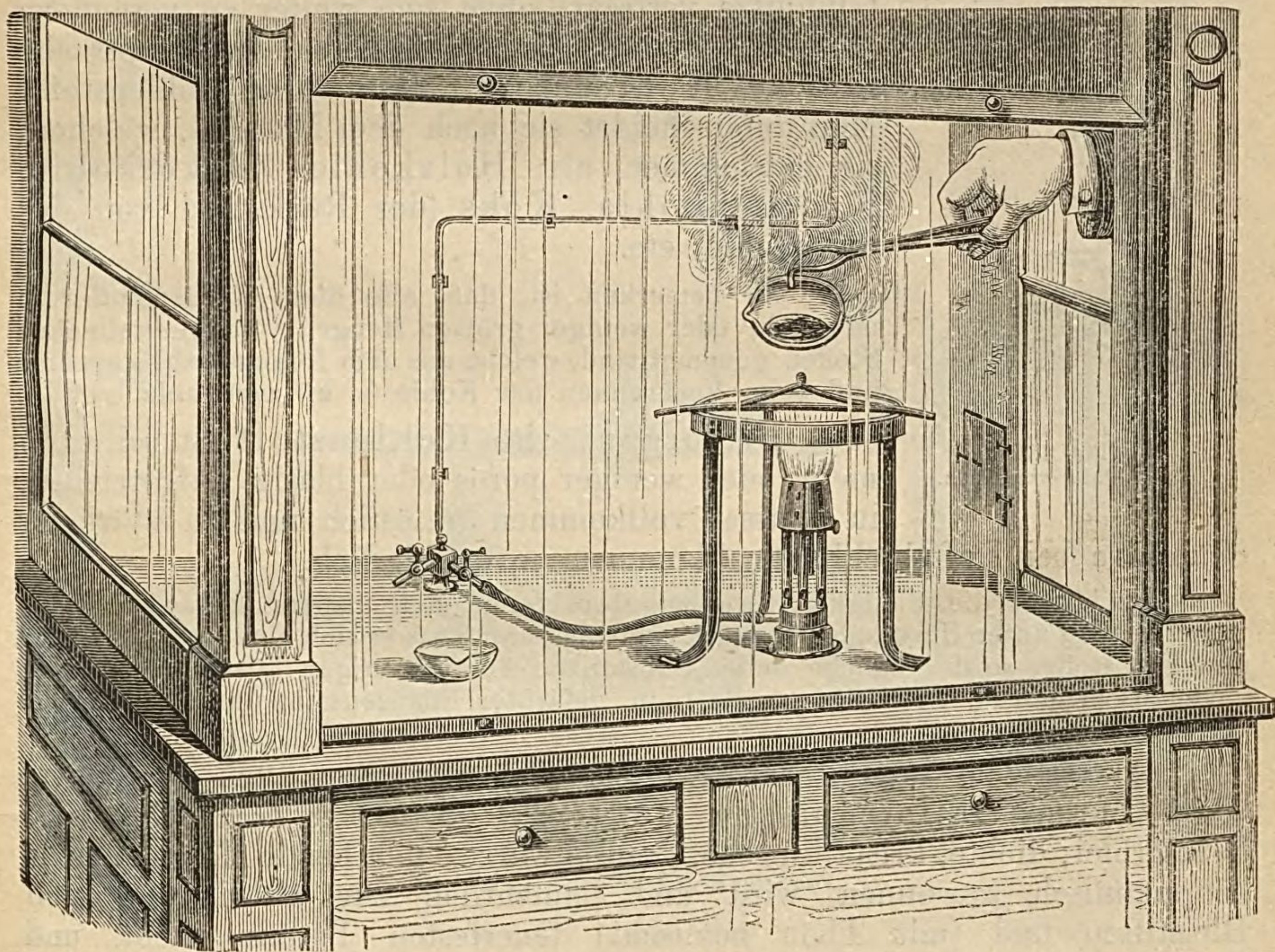


Fig. 17. Verbrennen von Kalium (Natrium).

Den Alkalien nahe stehen noch drei andre Oxyde:

Kalk, Baryt und Strontian, deren Metalle ebenfalls 1808 entdeckt wurden. Diese Oxyde besitzen eine erdige Beschaffenheit und werden alkalische Erden genannt. Sie lösen sich weniger leicht in Wasser. Ihre Lösungen zeigen zu Pflanzenfarben dasselbe Verhalten, wie die der Alkalien.

Die wichtigste alkalische Erde ist der Kalk, welcher als „gebrannter Kalk“, mit Wasser angerührt (Kalkbrei), zur Darstellung von Mörtel benutzt wird. In größeren Mengen Wasser löst er sich zu einer klaren Flüssigkeit (Kalkwasser).

III. Metalloide.

11. 1. **Kohlenstoff** (*Carbonium*) C. Erhitzt man in einem bedeckten Gefäß Substanzen organischen Ursprungs, z. B. Holz, Zucker, Knochen, Steinkohle, Braunkohle etc., so entweichen anfänglich

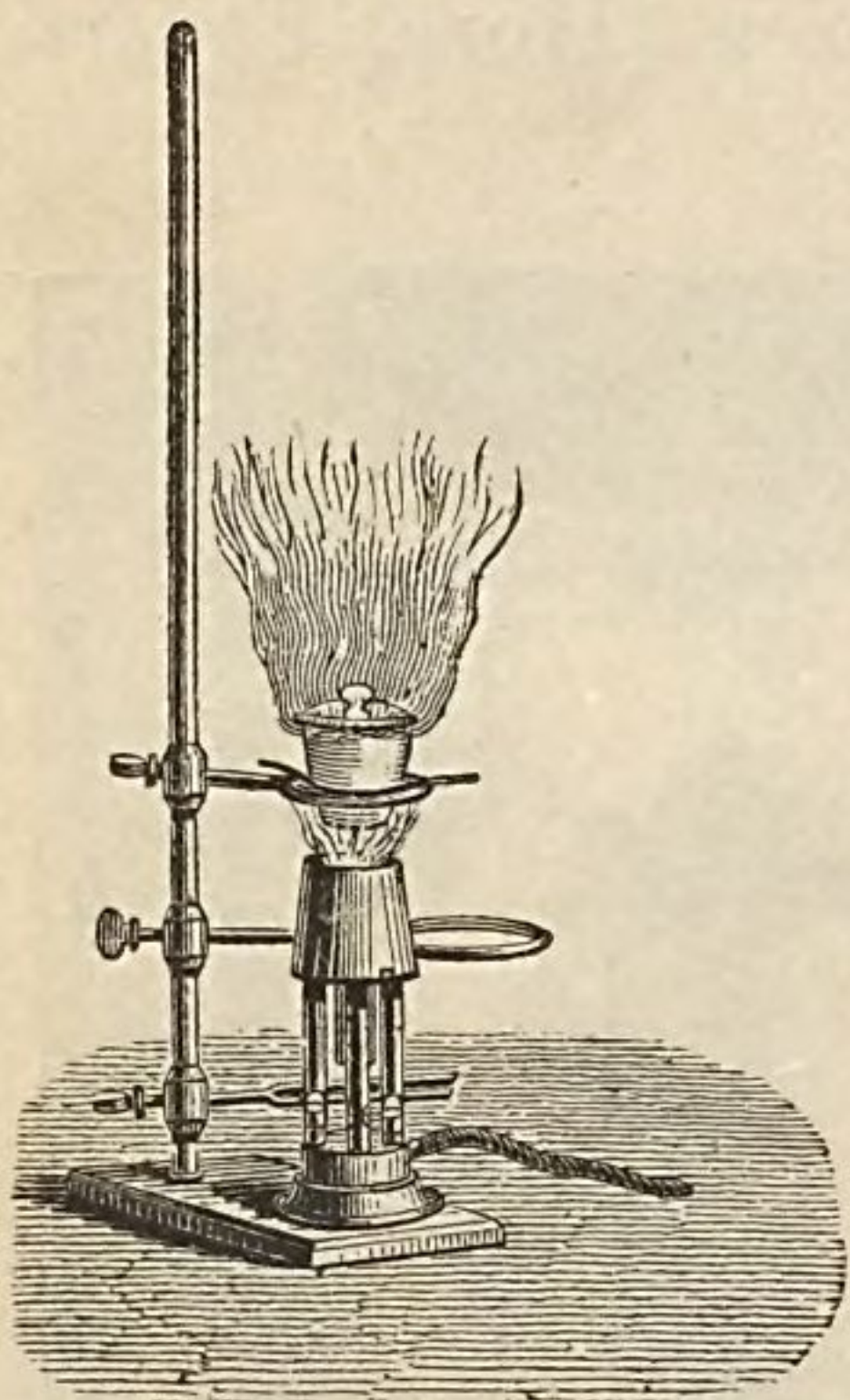


Fig. 18.
Verkohlung von Holz.

übelriechende, brennbare Gase (Fig. 18), und zuletzt bleibt ein schwarzer Rückstand, welcher die stärkste Glühhitze verträgt, ohne sich weiter zu verändern [T. §40]. Die Rückstände bestehen der Hauptsache nach aus Kohlenstoff (organischem Kohlenstoff). Man unterscheidet sie nach dem Material, welchem sie entstammen, als: Holzkohle, Zuckerkohle, Knochenkohle, Koks (der Rückstand von der Steinkohle) etc.

Zu bemerken ist, daß alle diese Kohlenstoffarten mit mehr oder weniger großen Mengen von mineralischen Stoffen gemengt sind, welche aus dem Rohmaterial stammen und beim Verbrennen der Kohle (s. u.) zurückbleiben,

Der organische Kohlenstoff ist schwarz, mehr oder weniger porös oder blasig aufgetrieben, in Wasser vollkommen unlöslich und in stärkster Glühhitze bei Luftabschluß vollkommen unveränderlich.

Er besitzt die Fähigkeit Gase zu absorbieren (z. B. Sauerstoff aus der Luft, wobei er sich unter Umständen so stark erhitzen kann, daß er sich entzündet [T. § 55]) und Farbstoffe, sowie manche andre Substanzen aus wässerigen Lösungen auf sich niederzuschlagen (Entfärbung von Rotwein, gefärbter Pflanzensäfte durch Tierkohle) [T. § 41].

Außer dem organischen Kohlenstoff kennt man auch noch zwei andre Formen (allotropische Modifikationen): a. Graphit oder Wasserblei; dichte, kristallinische, grauschwarze, abfärbende Masse, welche bergmännisch gewonnen wird und namentlich zur Fabrikation von Bleistiften und (mit Thon gemischt) feuerfesten Tiegeln dient, und b. Diamant, farblose, seltener gelblich, braunschwarz, noch seltener grün oder rosarot gefärbte Kristalle von großer Härte und Unveränderlichkeit.

12. Wird Kohlenstoff nicht in geschlossenen Gefäßen, sondern bei Zutritt von Luft oder Sauerstoff erhitzt, so verbrennt er mehr oder weniger leicht und hinterläßt je nach seiner Abstammung eine mehr oder weniger große Menge unverbrennlicher Substanz oder Asche.

Daß diese Asche nicht, wie die sogenannten Aschen der Metalle, das Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffs ist, sondern daß dieser vielmehr in Form eines unsichtbaren Gases entweicht, läßt sich leicht darthun, wenn man in einem Glasrohr eine gewisse Menge Kohlenstoff (z. B. Holzkohle) von außen erhitzt und Sauerstoff darüber leitet (Fig. 19). Die Kohle verschwindet im Rohr und ebenso der Sauerstoff, und das austretende Gas besitzt nicht mehr die Eigenschaft, die Verbrennung zu unterhalten, sondern es verlöscht vielmehr die Flammen, mit denen es in Berührung kommt. Fängt man das Gas in Wasser auf, so erteilt es demselben einen säuerlichen Geschmack und färbt blaues Lackmus rot [T. § 42].

Dieses Gas ist das eigentliche Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffs und heißt:

Kohlensäure (*Acidum carbonicum*). Sp. G. 1,524. Farblos und geruchlos; säuerlich schmeckend; wird von Wasser absorbiert (kohlensaures Wasser), verlöscht die Flammen, färbt Lackmus rot und trübt eine Auflösung von Kalk in Wasser (Kalkwasser). Die Kohlensäure läßt sich bei sehr starkem Druck (36 Atmosphären) zu einer Flüssigkeit verdichten (flüssige Kohlensäure), welche beim Verdunsten an freier Luft zu einer festen Masse erstarrt (feste Kohlensäure). Die Kohlensäure bildet sich auch bei der tierischen Atmung (Einblasen von Luft in Kalkwasser) und entwickelt sich, wie sich aus obigem Versuch ergibt, bei jeder Verbrennung; auch entströmt sie an verschiedenen Orten dem Erd-

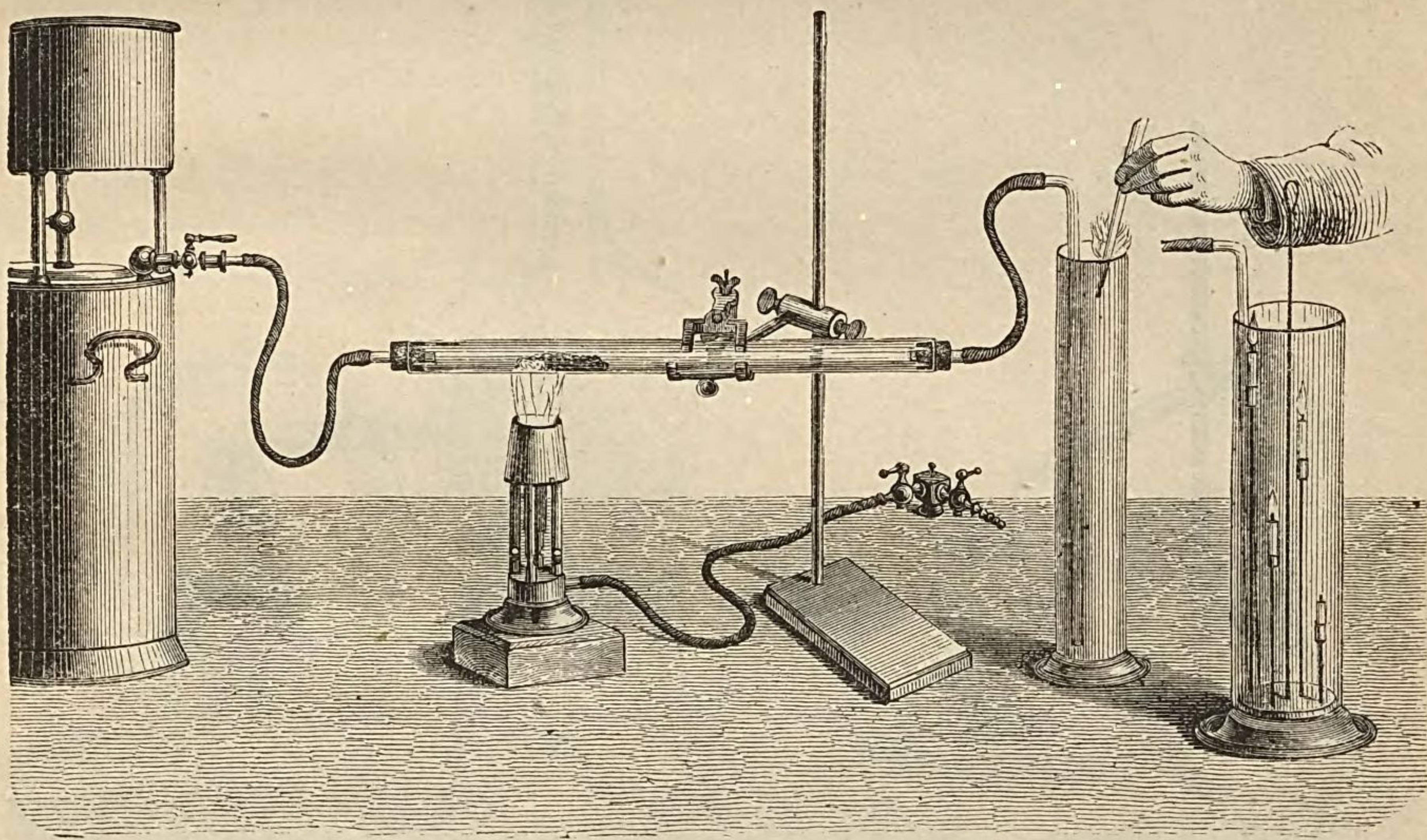


Fig. 19. Verbrennen von Kohlenstoff.

boden, z. B. in vulkanischen Gegenden, in der Hundsgrotte bei Neapel bei Pyrmont, im Lahnthal bei Ems, bei Burgbrohl am Rhein. — Die Kohlensäure ist unatembar (irrespirabel): Luft, welche mehr als die normale Menge enthält, ist der Gesundheit nachteilig und wirkt schon bei einem Gehalt von 3 — 4 p. z. tödlich. Sie ist deshalb stets, aber nur in geringer Menge (0,0003 Volumen) in der Luft vorhanden.

13. 2. Schwefel (*Sulfur*) S. Kommt als Stangenschwefel und als Schwefelblumen im Handel vor. Gelb; schmilzt bei 110° zu einer honiggelben Flüssigkeit; wird bei 250° rotbraun und sehr dickflüssig, später wieder dünnflüssig und siedet bei 424° . In offenen Gefäßen entzündet er sich zuvor; aus einer Retorte läßt er sich destillieren (Fig. 20) und sublimieren (Fig. 21). Bei langsamer Abkühlung erstarrt der geschmolzene Schwefel zu dünnen, nadelförmigen Kristallen, bildet aber, wenn er stark erhitzt und

durch Abgießen in kaltes Wasser rasch abgekühlt wird, eine zähe Masse (amorpher Schwefel) [T. § 57].

Die größte Menge des Schwefels stammt aus Sizilien (Girgenti). Er findet eine ausgedehnte Benutzung, hauptsächlich in der Pulverfabrikation, ferner zur Darstellung von Schwefelhölzern und zur Herstellung von Abgüssen. [T. I. S. 249.]

14. Wenn man durch ein Rohr über brennenden Schwefel Sauerstoff leitet, so verschwinden beide anscheinend [T. § 44], indem sie sich zu einem gasförmigen Produkt verbinden. Dieses ist

Schweflige Säure (*Acidum sulfurosum*); farbloses Gas von stechen- dem Geruch, unatembar (irrespirabel). Sp. G. 2,22. Wird von Wasser absorbiert und erteilt demselben einen scharf sauren Geschmack; rötet

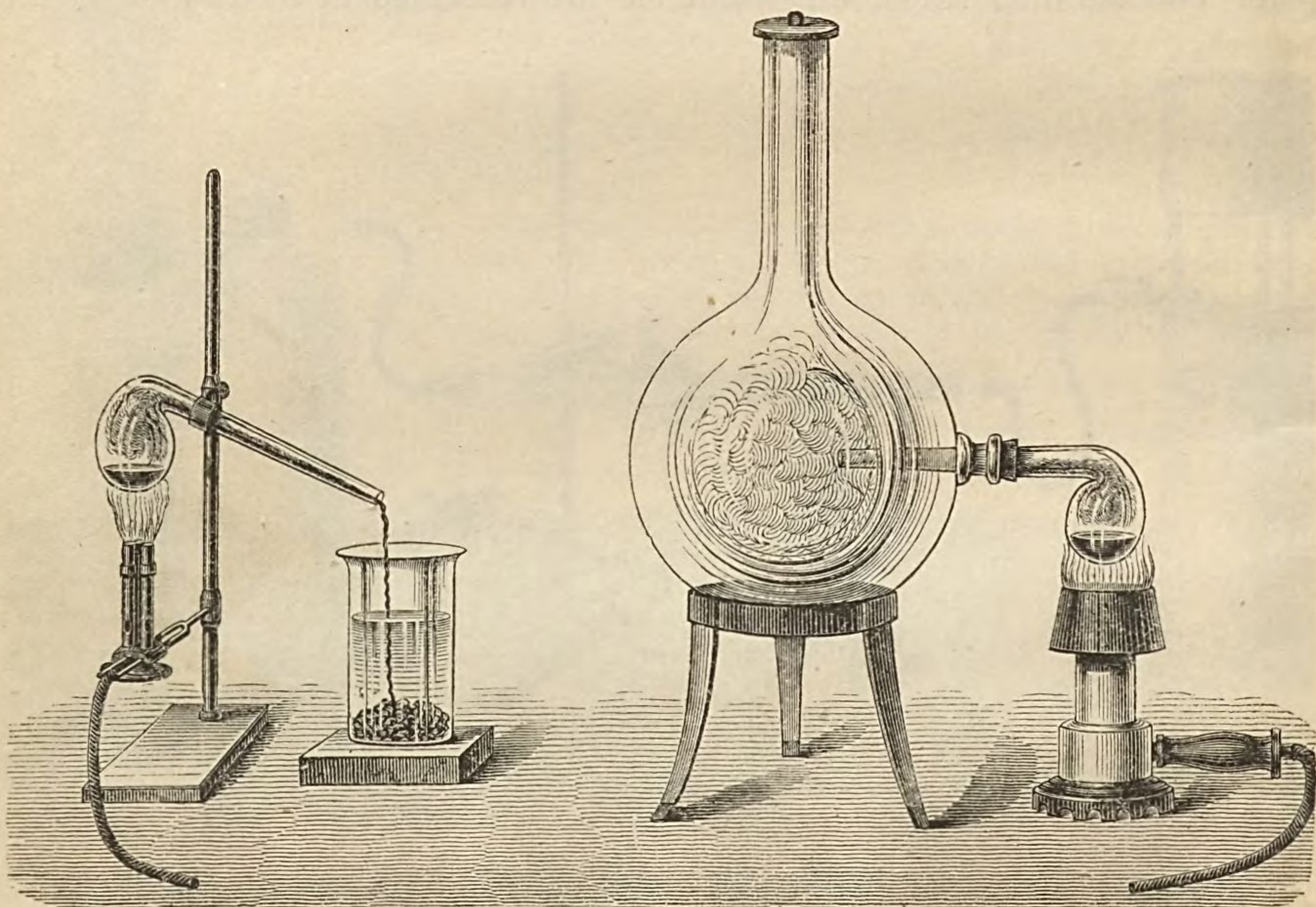


Fig. 20.

Destillieren und Sublimieren von Schwefel.

Fig. 21.

blaues Lackmus stark und verdichtet sich bei -11° zu einer wasserhellen Flüssigkeit. Organische Farbstoffe werden durch schweflige Säure gebleicht (Fig. 22), weshalb sie in der Seiden- und Wollenbleiche, sowie zum Bleichen von Stroh- und Weidenrutengeflechten Verwendung findet (Schwefeln). Auch tötet sie organische Keime und wird deshalb zur Beseitigung von Ansteckungsstoffen (Desinfektion) benutzt.

15. 3. **Phosphor** (*Phosphorus*) P. 1669 entdeckt. Kommt in zwei Modifikationen vor:

a. Gewöhnlicher oder weißer Phosphor, wachsähnliche, zu Stengeln geformte Masse, raucht an der Luft und leuchtet im Dunkeln (Phosphoreszieren), entzündet sich bei längerem Liegen an der Luft

von selbst (deshalb Aufbewahren unter Wasser). Sehr giftig. Schmilzt in warmem Wasser zu einer bläsgelben öligen Flüssigkeit.

b. Amorpher oder roter Phosphor entsteht aus dem gewöhnlichen durch Erhitzen in einer sauerstofffreien Atmosphäre auf 240 bis 250°; raucht nicht an der Luft, entzündet sich auch nicht von selbst und kann deshalb in gewöhnlichen Gefäßen aufbewahrt werden. Nicht giftig. Geht, wenn er über 260° erhitzt wird, in gewöhnlichen Phosphor über, welcher sich dann entzündet.

Benutzung des Phosphors: Hauptsächlich zur Fabrikation von Streichhölzern, und zwar dient der weiße Phosphor zur Bereitung der gewöhnlichen Streichhölzer, in deren Zündkuppen er enthalten ist. Die sogenannten schwedischen Streichhölzer sind frei von Phosphor, entzünden sich beim Reiben nur schwer oder gar nicht, hingegen leicht auf der an den Schachteln angebrachten Streichfläche, welche aus amorphem Phosphor besteht. Dieser wird durch das Reiben hinreichend stark erhitzt, um sich an der geriebenen Stelle in gewöhnlichen Phosphor zu verwandeln, und bringt dann, indem er sich entzündet, auch die Zündkuppe der Hölzer zum Brennen.

Wird Phosphor in einem mit Sauerstoff gefüllten Ballon verbrannt, so entwickelt sich ein weißer Rauch (Fig. 23), welcher sich auf dem Boden zu einer schneeartigen Masse niederschlägt [T. § 45d]. Diese ist:

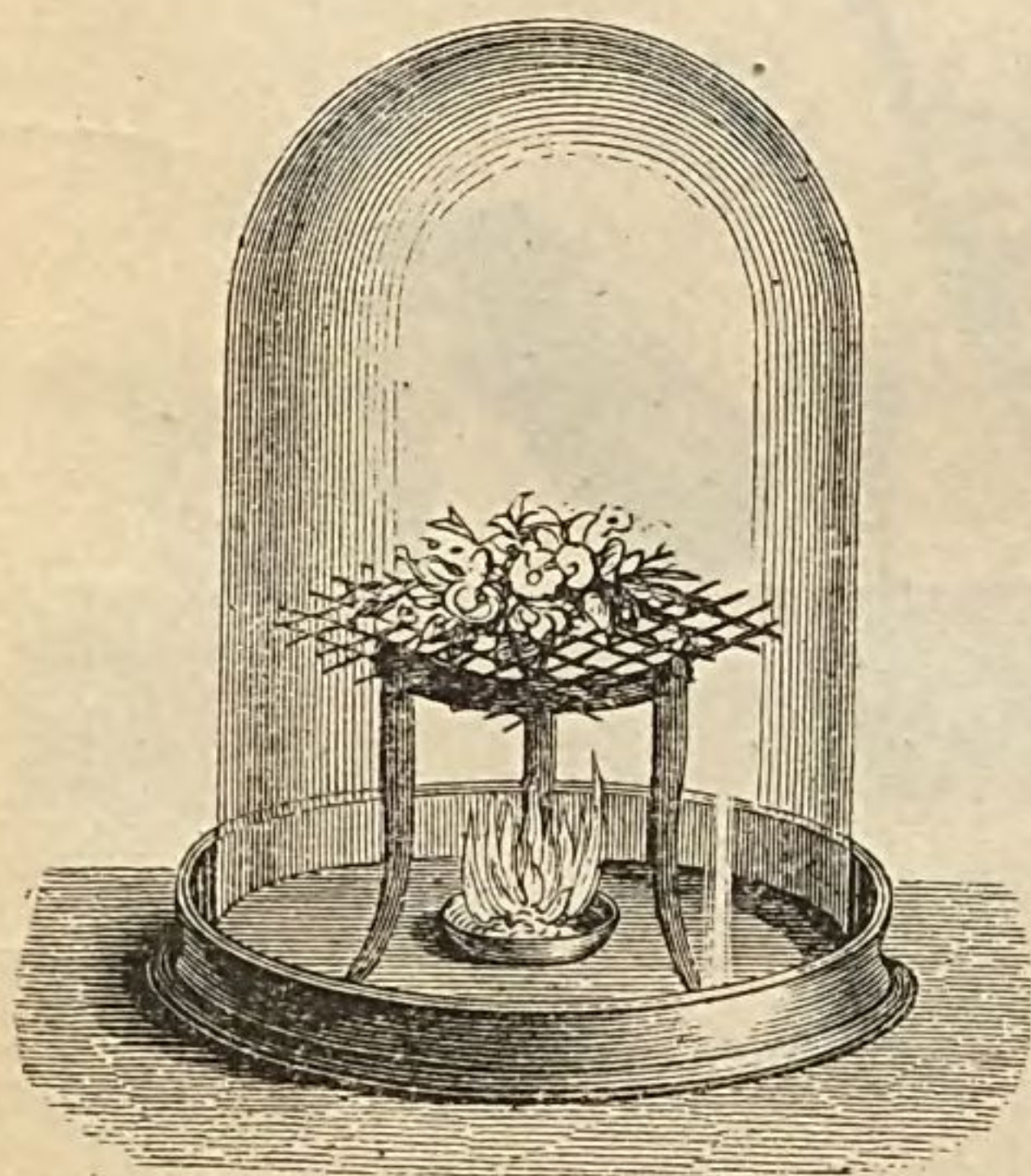


Fig. 22.
Bleichen durch schweflige Säure.

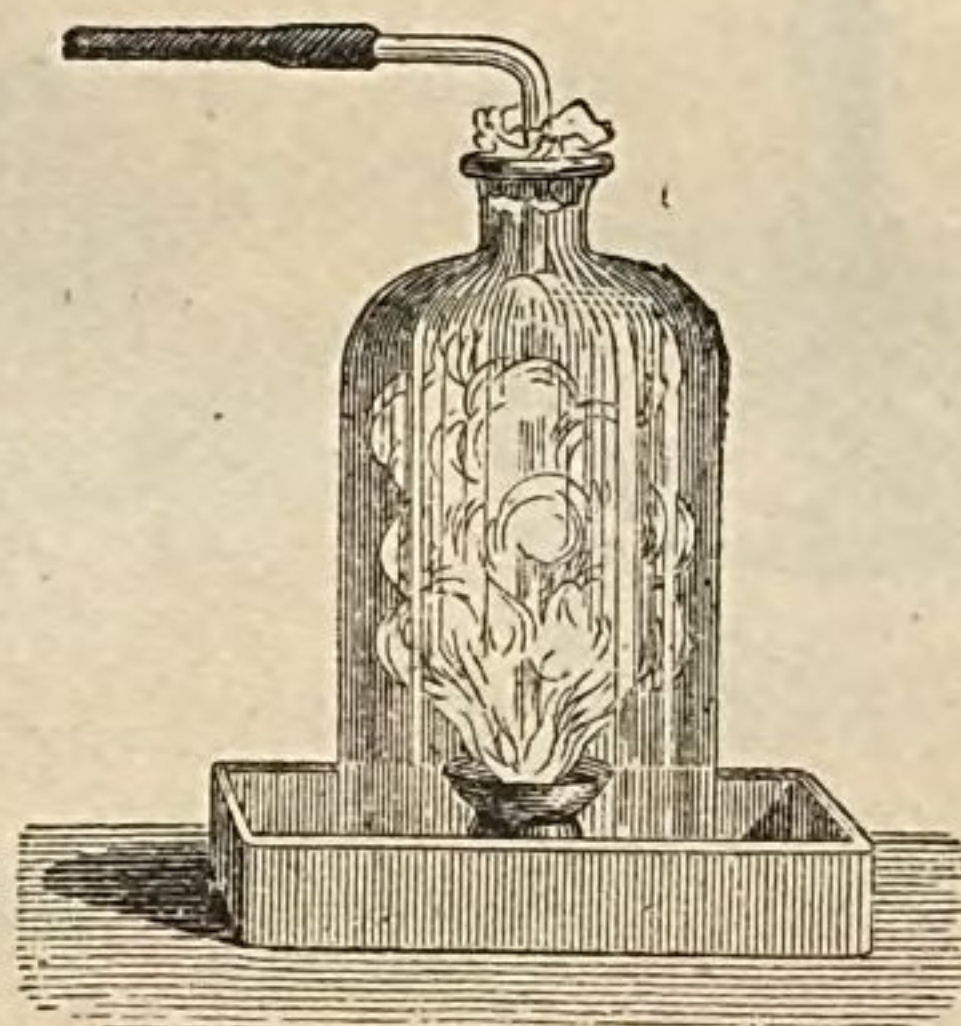


Fig. 23.
Verbrennen von Phosphor.

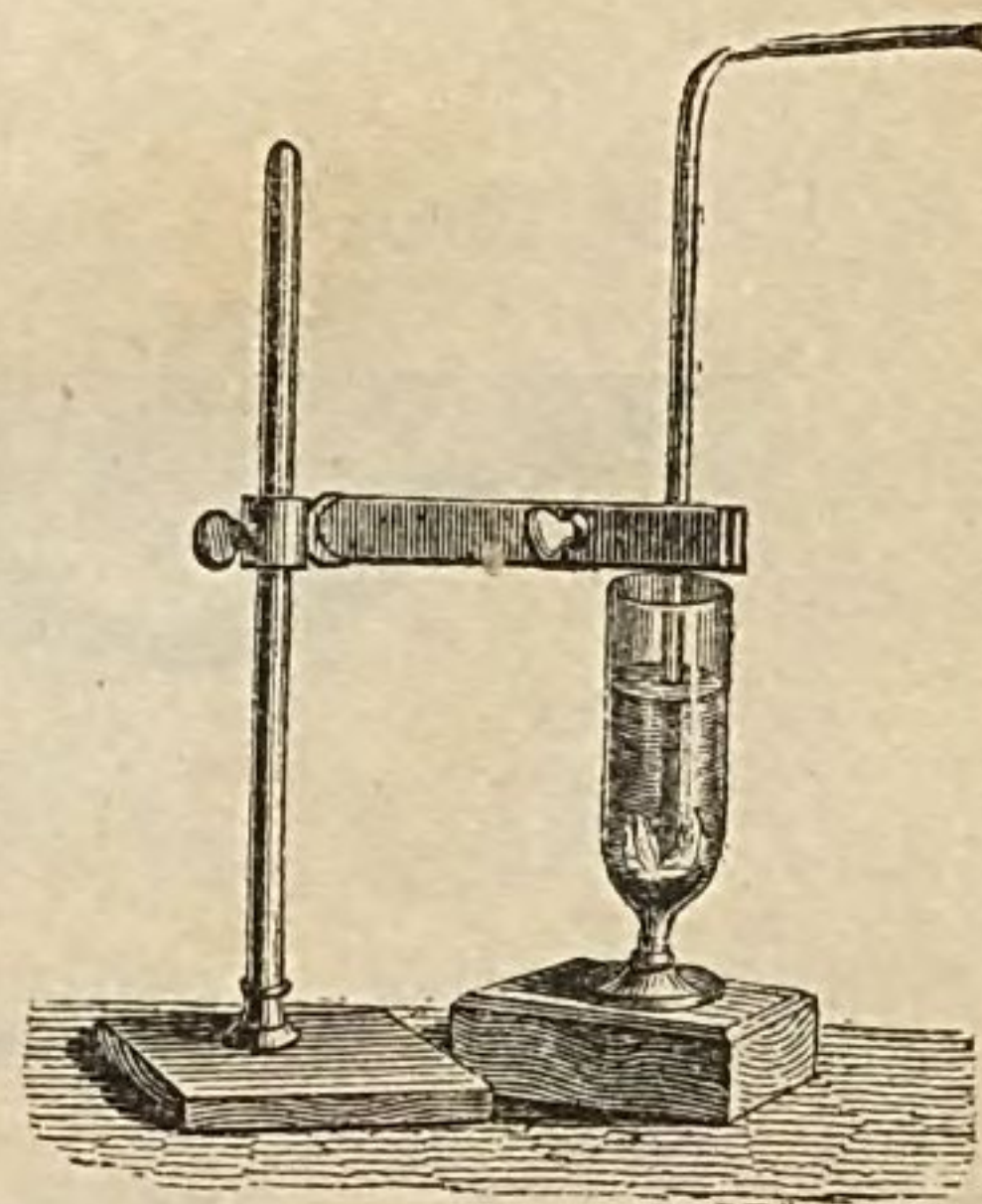


Fig. 24.

Phosphorsäure (*Acidum phosphoricum*). Weiß, in Wasser sehr leicht löslich, von scharf saurem Geschmack, blaues Lackmus stark rötend. (Auch unter warmem Wasser läßt sich Phosphor verbrennen, wenn man ihm Sauerstoff durch ein Rohr zuführt [Fig. 24].) Die Phosphorsäure ist nicht wie der Phosphor ein Gift, sondern im Gegenteil zum Leben der Pflanzen und Tiere unbedingt erforderlich. (Es kann sich keine organische Zelle ohne Phosphorsäure bilden.)

In den Pflanzen findet sie sich namentlich in den Samen, und im Körper der höheren Tiere im Knochengerüst. Von den Pflanzen wird sie aus dem Ackerboden aufgenommen und gelangt mit den vegetabilischen und animalischen Nahrungsmitteln in den Tierkörper. Ersatz der dem Boden entzogenen Phosphorsäure durch geeignete Düngemittel.

16. 4. **Arsen** (*Arsenicum*) As. Weißlich graue, metallisch glänzende, kristallinische Masse; verdampft, in einem Glasröhrchen erhitzt, und setzt sich oberhalb zu einem metallisch glänzenden Ring (Arsenspiegel) an (Fig. 25). Wird es an freier Luft (z. B. mittels einer Lötrohrflamme) auf einer Unterlage von Kohle (Fig. 26) erhitzt, so verbrennt es zu einem als Rauch aufwirbelnden weissen, pulverförmigen Produkt. Dabei entweichen geringe Mengen Arsendampf unverbrannt und verbreiten einen knoblauchartigen Geruch [T. § 46]. Das Verbrennungsprodukt ist:

Arsenige Säure (*Acidum arsenicosum*), auch Rattengift, Giftmehl, Hüttenrauch genannt. Weisses Pulver, höchst giftig. In Wasser, besonders in kaltem, sehr schwer löslich. Die Lösung rötet Lackmus schwach

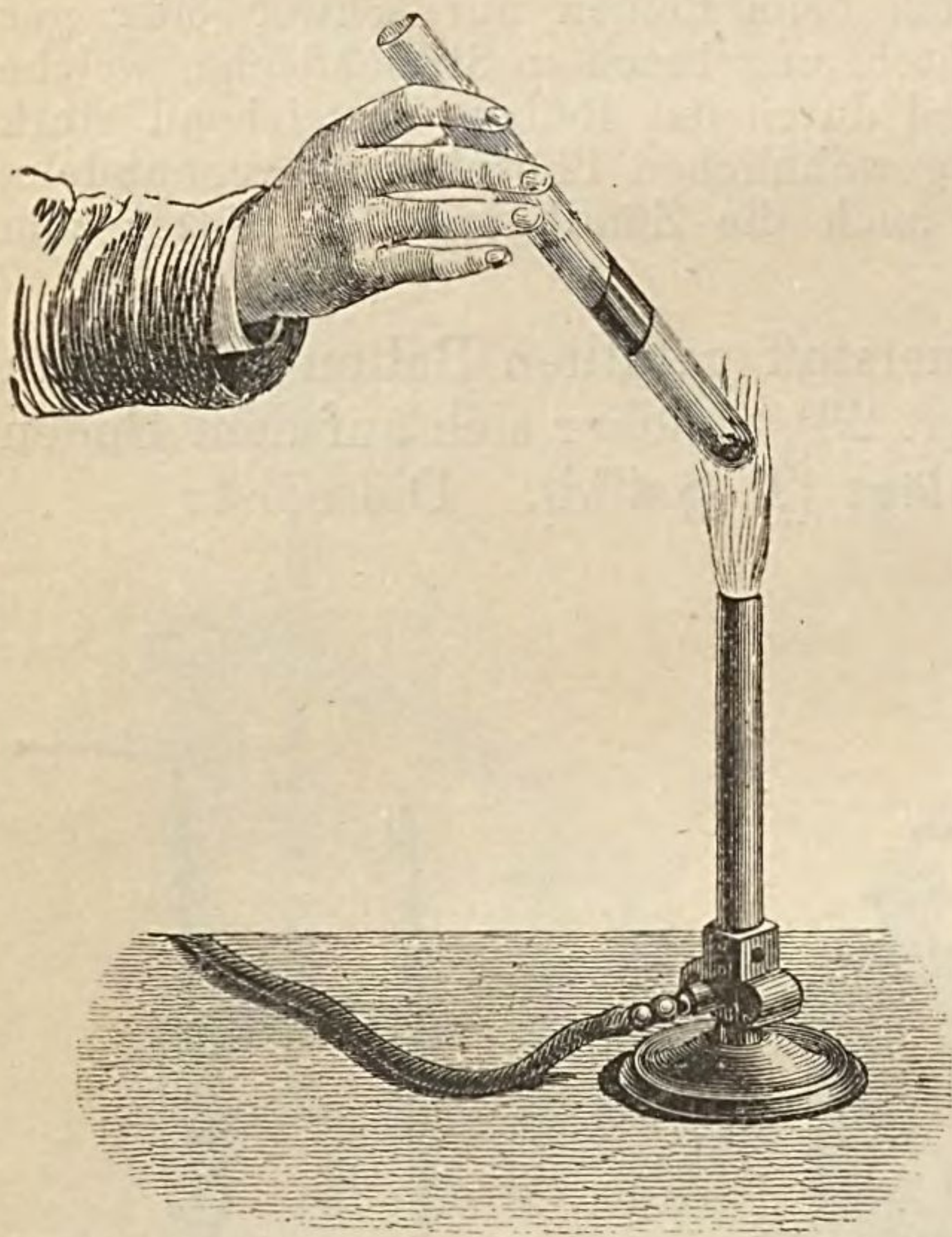


Fig. 25 Arsenspiegel.



Fig. 26. Verbrennen von Arsen.

Benutzung zur Vergiftung schädlicher Tiere, in der Medizin, in der Glas- und Farbenfabrikation. Die arsenhaltigen Farben finden trotz ihrer Schönheit nur geringe Anwendung, weil ihre Giftigkeit den Gebrauch einschränkt.

Antimon (*Stibium*) Sb. Metallisch glänzend, kristallinisch, spröde Sp. G. 6,7. Schmilzt bei Rotglühhitze (z. B. vor dem Lötrohr auf Kohle) und verbrennt unter Ausstossung eines weissen Rauches zu

Antimoniger Säure. Weisses Pulver, in Wasser kaum löslich.

Diesen nicht metallischen Körpern schliessen sich noch an:

17. **Bor** (*Borum*) B und **Kiesel** (*Silicium*) Si, von denen nur die Oxyde Verwendung finden.

Borsäure (*Acidum boricum*), kleine, weisse Kristallschüppchen (wasserhaltig) von schwach säuerlichem Geschmack, in heissem Wasser ziemlich

leicht löslich, sich beim Abkühlen aber daraus zum größten Teil wieder abscheidend. Die Lösung macht blaues Lackmus schwach rot und Curcuma braun. Wird die kristallisierte Borsäure in einem flachen Porzellan-schälchen zuerst gelinde und dann stärker erhitzt, so bläht sie sich unter Ausstoßen reichlicher Mengen von Wasserdampf auf und hinterläßt zuletzt eine glasartig erstarrende, leicht zerbrechliche Masse. Die Borsäure färbt die Flammen brennender Körper grün [T. § 48].

Kieselsäure (*Acidum silicicum*), in der Natur sehr verbreitet und zwar unter sehr verschiedenen Formen: *Bergkristall*, *Amethyst*, *Rauchtoperas*, *Quarz*, *Achat*, *Jaspis*, *Karneol*, *Chalcedon*, *Chrysopras*, *Heliotrop*, *Onyx*, *edler Opal*, *gemeiner Opal* und *Feuerstein*. Im zertrümmerten Zustand bildet sie den *Kieselstein* (Rollkiesel) und den *Sand*, welcher in reinem Zustand farblos erscheint, aber meist durch Beimengung verschiedener Metalloxyde (namentlich Eisenoxyd) hell oder dunkelgelb gefärbt ist. Der Sand bildet einen Hauptbestandteil des Ackerbodens und dient wegen seiner Härte zum Scheuern und Putzen. — Auch gewisse Versteinerungen (Petrefakten) bestehen aus Kieselsäure, z. B. versteinertes (verkieseltes) Holz.

IV. Allgemeiner Rückblick.

18. Die Oxyde lassen sich nach ihrem Verhalten zu Lösungsmitteln und Reagenzien (z. B. Pflanzenfarben) in drei Gruppen teilen:

1. Die Oxyde der schweren Metalle, des Aluminiums und Magnesiums, sind in Wasser unlöslich und indifferent gegen Geschmack und Lackmus.

2. Die Oxyde der übrigen leichten Metalle, Alkalien und alkalische Erden, in Wasser löslich, ätzend schmeckend und Lackmus bläuend.

3. Die Oxyde der Metalloide, meist in Wasser löslich, von saurem Geschmack und Lackmus rötend (Säuren).

Säuren.	Indifferente Oxyde.	Alkalien und alkalische Erden.
Kohlensäure: gasförmig. Schweflige Säure: gasförmig. Phosphorsäure: fest. Arsenige Säure: fest. Antimonige Säure: fest. Borsäure: fest. Kieselsäure: fest.	Zinnoxid: weiß. Bleioxid: rötlich weiß. Zinkoxid: weiß. Eisenoxid: rotbraun. Kupferoxid: schwarz. Aluminiumoxid oder Thonerde: weiß. Magnesiumoxid oder Magnesia: weiß.	Kali. Natron. Kalk. Baryt. Strontian.
Das Wasser ist indifferent; weder sauer noch alkalisch.		

Alle diese Oxyde lassen sich, wie gezeigt wurde, durch direkte Einwirkung von Sauerstoff auf Metalle und Metalloide erzeugen und entstehen durch Verbindung des Sauerstoffs mit dem betreffenden Körper. Sie haben mit den Stoffen, aus denen sie entstanden sind, keinerlei Ähnlichkeit mehr; es sind neue Stoffe, und sie werden deshalb mit neuen Namen bezeichnet. Alle Vorgänge, bei denen die Substanzen der Körper sich derart verändern, daß neue Substanzen oder Stoffe entstehen, gehören dem Gebiete der Chemie an.

Die Chemie ist ein Zweig der beobachtenden Naturwissenschaften; ihre Aufgabe ist, die **stofflichen** Veränderungen der Körper zu untersuchen und die Ursachen derselben aufzufinden. Hierdurch unterscheidet sie sich von der Physik, welche es nur mit solchen Erscheinungen zu thun hat, bei denen die Substanz der Körper unverändert bleibt. Beide Gebiete grenzen aber hart aneinander und haben gemeinschaftliche Berührungspunkte.

Alle chemischen Veränderungen beruhen entweder auf der Verbindung zweier (oder mehrerer) Stoffe zu einem neuen: **Zusammensetzung** oder **Synthese** (hierher gehört die Mehrzahl aller bisher betrachteten Erscheinungen), oder sie beruhen auf einer Trennung bereits verbundener Stoffe (**Zersetzung** oder **Analyse**), wie z. B. die Zersetzung des Quecksilberoxyds durch Hitze in Quecksilber und Sauerstoff. Die meisten in der Natur vorkommenden Körper sind zusammengesetzte Körper, enthalten also zwei oder mehrere Bestandteile (binäre, ternäre, quaternäre etc. Verbindungen). Sie lassen sich durch Zersetzung in einfachere Körper umwandeln. Auf diesem Wege gelangt man zuletzt zu Stoffen, die sich nicht mehr in einfachere Bestandteile zerlegen lassen: **Elemente** oder **Urstoffe**. Bis jetzt sind 75 Elemente bekannt, von denen aber nur etwa die Hälfte eine allgemeine Bedeutung besitzt (siehe Tabelle auf Seite 19).

V. Sulfide.

19. Die Sulfide sind den Oxyden in der Zusammensetzung analog. Sie entstehen durch Verbindung der Metalle und Metalloide mit Schwefel.

1. Metallsulfide.

Mit einigen Metallen, z. B. Quecksilber und Silber, verbindet sich der Schwefel schon bei gewöhnlicher Temperatur, mit andern erst beim Erhitzen.

Quecksilbersulfid oder **Zinnober** (Schwefelquecksilber). Reibt man Quecksilber mit Schwefel zusammen, so erhält man eine schwarze pulverige Masse, welche durch vorsichtiges Erhitzen in einem Glaskolben zu einer grauen kristallinen Masse sublimiert; diese wird beim Zerreiben hochrot.

Tabelle der chemischen Elemente.

A. Metalloide.	B. Leichte Metalle.	C. Schwere Metalle.
I. Sauerstoffgruppe. Sauerstoff (<i>Oxygenium</i>) O. Schwefel (<i>Sulfur</i>) S. Selen (<i>Selenium</i>) Se. Tellur (<i>Tellurium</i>) Te.	VI. Kaliumgruppe [Alkalimetalle]. Kalium (<i>Kalium</i>) K. Natrium (<i>Natrium</i>) Na. Lithium (<i>Lithium</i>) Li. Cäsium (<i>Caesium</i>) Cs. Rubidium (<i>Rubidium</i>) Rb. Thallium (<i>Thallium</i>) Tl.	X. Eisengruppe. Chrom (<i>Chromium</i>) Cr. Eisen (<i>Ferrum</i>) Fe. Zink (<i>Zincum</i>) Zn. Mangan (<i>Manganum</i>) Mn. Kobalt (<i>Cobaltum</i>) Co. Nickel (<i>Nicolum</i>) Ni. Uran (<i>Uranium</i>) U. Indium (<i>Indium</i>) In. Gallium (<i>Gallium</i>) Ga.
II. Gruppe der Salzbil- der oder Halogene. Chlor (<i>Chlorum</i>) Cl. Brom (<i>Bromum</i>) Br. Jod (<i>Jodum</i>) J. Fluor (<i>Fluorum</i>) Fl.	VII. Calciumgruppe [Alkalierdmetalle]. Calcium (<i>Calcium</i>) Ca. Barium (<i>Barium</i>) Ba. Strontium (<i>Strontium</i>) Sr.	XI. Bleigruppe. Blei (<i>Plumbum</i>) Pb. Quecksilber (<i>Hydrargyrum</i>) Hg.
III. Stickstoff- oder Phos- phorgruppe. Stickstoff (<i>Nitrogenium</i>) N. Phosphor (<i>Phosphorus</i>) P. Arsen (<i>Arsenicum</i>) As. Antimon (<i>Stibium</i>) Sb. Germanium (<i>Germanium</i>) Ge.	VIII. Magnesiumgruppe. Magnesium (<i>Magnesium</i>) Mg.	Silber (<i>Argentum</i>) Ag. Kupfer (<i>Cuprum</i>) Cu. Wismut (<i>Bismutum</i>) Bi. Cadmium (<i>Cadmium</i>) Cd. Molybdän (<i>Molybdaenum</i>) [Mo. Wolfram (<i>Wolframium</i>) Wo. Vanad (<i>Vanadium</i>) Va. Niob (<i>Niobium</i>) Nb. Tantal (<i>Tantalium</i>) Ta. Titan (<i>Titanium</i>) Ti.
IV. Kohlenstoffgruppe. Kohlenstoff (<i>Carbonium</i>) C. Bor (<i>Borum</i>) B. Kiesel (<i>Silicium</i>) Si.	IX. Aluminiumgruppe [Erdmetalle]. Aluminium (<i>Aluminium</i>) Al. Beryllium (<i>Beryllium</i>) Be. Cer (<i>Cerium</i>) Ce. Lanthan (<i>Lanthanum</i>) La. Didym (<i>Didymium</i>) Di. Yttrium (<i>Yttrium</i>) Y. Erbium (<i>Erbium</i>) E. Zirkon (<i>Zirconium</i>) Z. Thorium (<i>Thorium</i>) Th. (Ferner: Ytterbium, Holmium, Thulium, Norwegium, Philippium, Decipium, Samarium, Scandium etc.)	XII. Zinngruppe. Zinn (<i>Stannum</i>) Sn. Gold (<i>Aurum</i>) Au. Platin (<i>Platina</i>) Pt. Palladium (<i>Palladium</i>) Pd. Iridium (<i>Iridium</i>) Ir. Ruthenium (<i>Ruthenium</i>) Ru. Osmium (<i>Osmium</i>) Os. Rhodium (<i>Rhodium</i>) Rh.
V. Wasserstoffgruppe. Wasserstoff (<i>Hydrogenium</i>) H.		

Kupfersulfür (Schwefelkupfer). Erhitzt man einen Kolben, welcher Kupferspäne und Schwefel enthält, über der Lampe, so kommt bald, nachdem der Schwefel in Dampf übergegangen ist, das Kupfer zu lebhaftem Glühen (Fig. 27) und schmilzt mit dem Schwefel zu einer nach dem Erkalten bläulichschwarzen Masse zusammen, welche beim Zerreiben ein schwarzes Pulver gibt [T. § 58].

Eisensulfid (Schwefeleisen). Mischt man feines Eisenpulver (Eisenstaub) mit Schwefelblumen, schüttet das Ganze auf einen Stein und be-

rührt es mit einem heißen Glasstab, so verbinden sich beide Substanzen zu einer grauschwarzen Masse [T. § 16].

In ähnlicher Weise lassen sich die Sulfide der meisten übrigen schweren Metalle darstellen, z. B. **Schwefelzinn** und **Schwefelblei** (Fig. 28). Kalium und Natrium verbrennen in Schwefeldampf (ähnlich wie in Sauerstoff) zu **Schwefelkalium** und **Schwefelnatrium** (Fig. 29).

2. Metalloidsulfide.

Von diesen sind als wichtigere nur die folgenden zwei zu nennen:

20. Schwefelkohlenstoff oder **Kohlenstoffsulfid**. Entsteht durch Einwirkung von Schwefeldampf auf glühende Kohlen. Farblose, übelriechende, stark lichtbrechende Flüssigkeit. Sp. G. 1,27. Siedep. 48°.

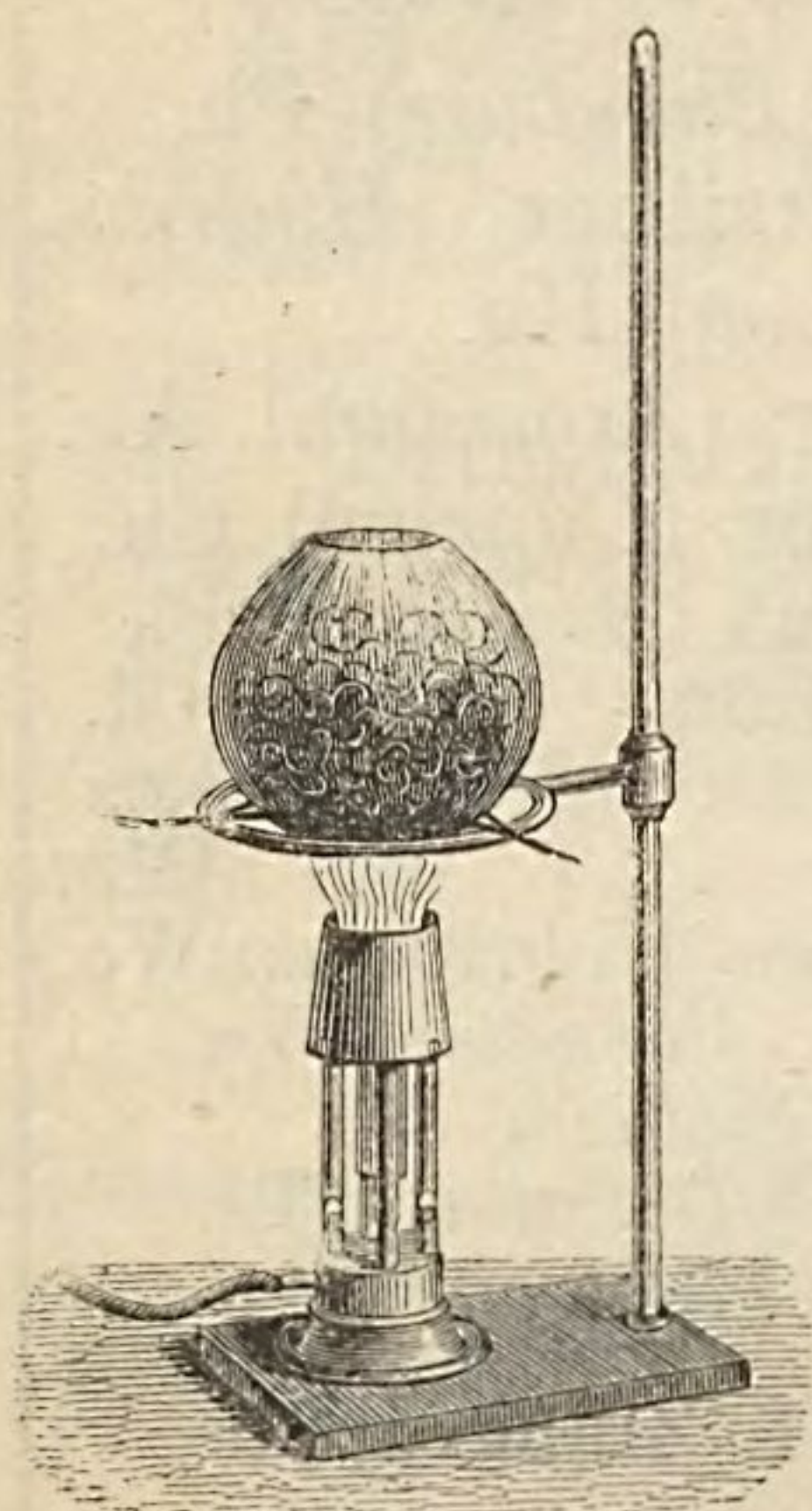


Fig. 27.
Schwefelkupfer.

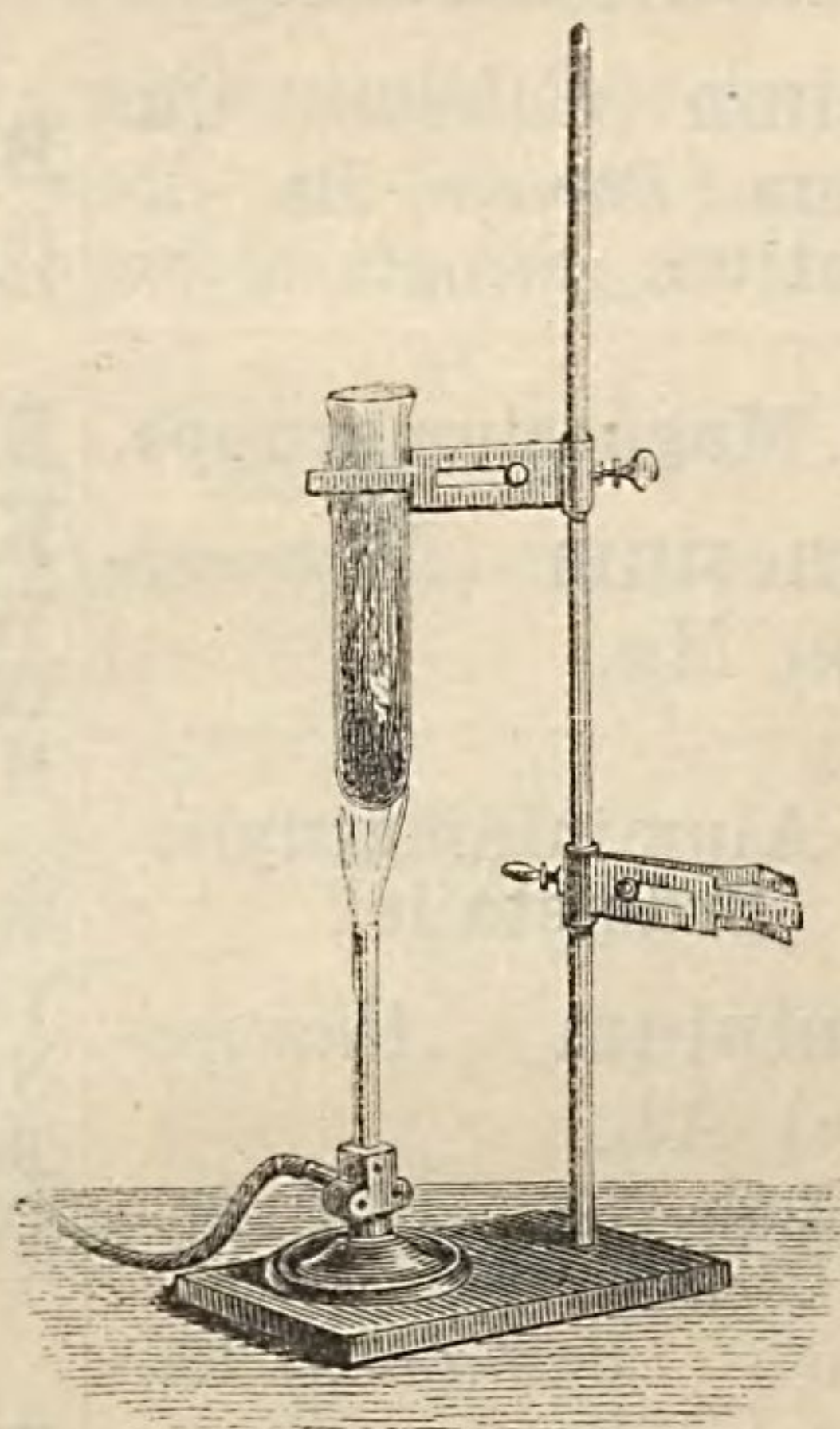


Fig. 28.
Schwefelblei.

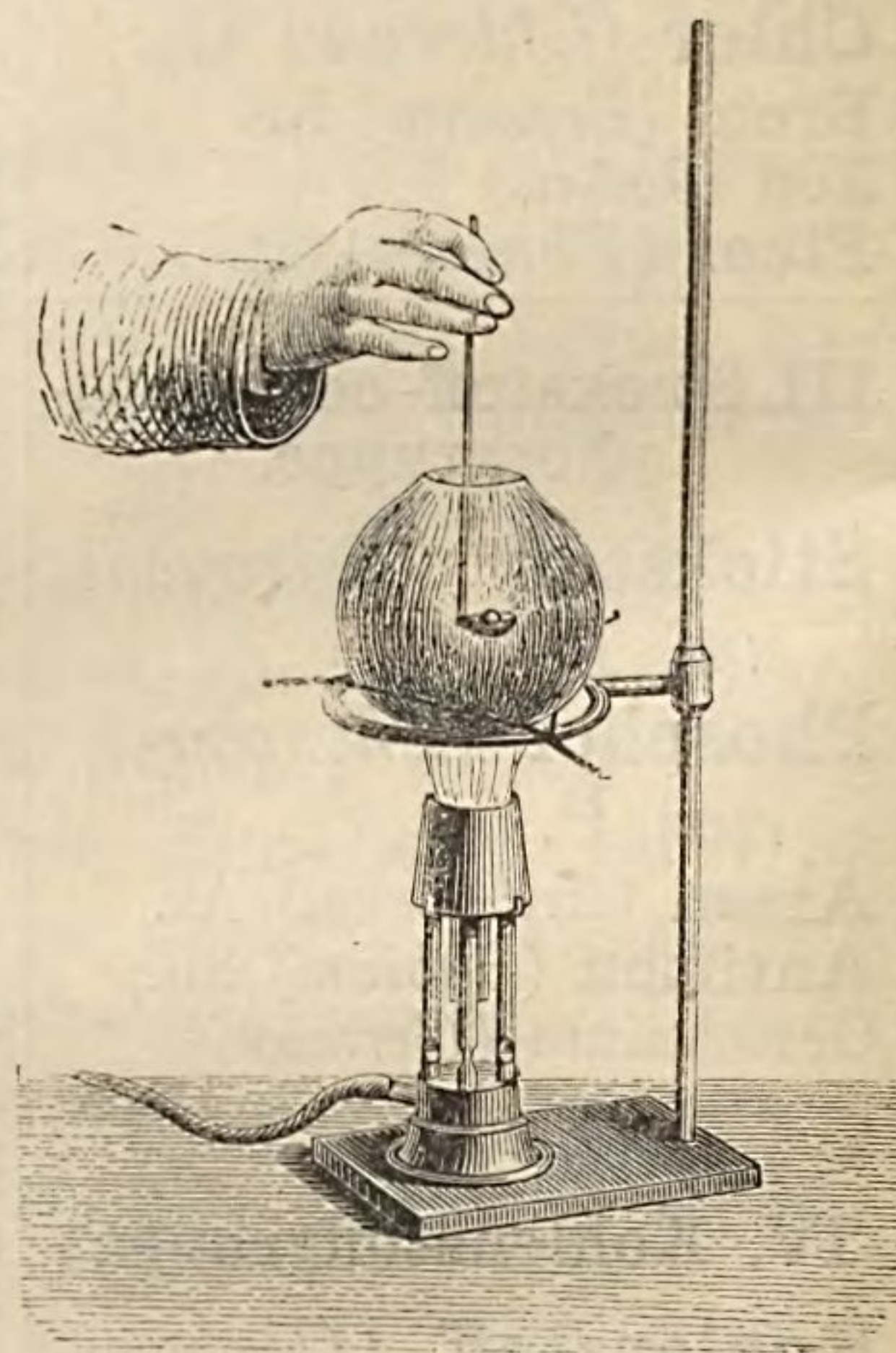


Fig. 29.
Schwefelnatrium.

Verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur unter starker Kälteentwicklung [T. § 67c] und ist ein vorzügliches Lösungsmittel für fette Öle, Schwefel, Phosphor, Kautschuk und Guttapercha.

Tränkt man Fließpapier mit Öl, stopft es in ein Glasrohr und läßt Schwefelkohlenstoff hindurchfließen, so löst dieser das Öl auf und hinterläßt es, nachdem er an der Luft verdunstet ist (Benutzung des Schwefelkohlenstoffs zur Extraktion von Ölen und Fetten). — Wird ein kleines Stück Phosphor in Schwefelkohlenstoff gelöst und die Lösung auf Papier gegossen, so entzündet sich der Phosphor nach dem Verdunsten von selbst [T. § 64d].

Schwefelwasserstoff. Sehr übel riechendes giftiges Gas. Läßt sich durch direkte Einwirkung von Wasserstoff und Schwefeldampf erzeugen, leichter aber durch Übergießen von Schwefeleisen (s. o.) mit einer verdünnten Säure [T. § 69].

VI. Chloride.

21. Darstellung von Chlor [T. § 72]. Übergießt man in einem Kolben ein Gemenge von Kochsalz und gepulvertem Braunstein mit verdünnter Schwefelsäure und erwärmt, so entweicht ein grün gefärbtes Gas, welches man in hohen Glaszylindern auffangen kann (Fig. 30). Wirft man in einen mit Chlorgas gefüllten Cylinder unechtes Blattgold (Messing) oder unechtes Blattsilber (Zinn), so entzünden sich beide lebhaft darin unter Entwicklung von starkem Rauch (Fig. 31). Ein Licht oder aus einem gekrümmten Glasrohr ausströmendes Leuchtgas brennt in Chlor unter starker Abscheidung von Ruß fort (Fig. 32). Angefeuchtete bunte Kattunläppchen, beschriebenes und bedrucktes Papier und bunte Blumen werden in Chlor gebleicht, nicht aber Druckerschwärze. Gepulvertes Antimon, in Chlorgas geschüttet, verbrennt mit lebhaftem Glanz unter Entwicklung eines dicken weißen Rauches (Fig. 33).

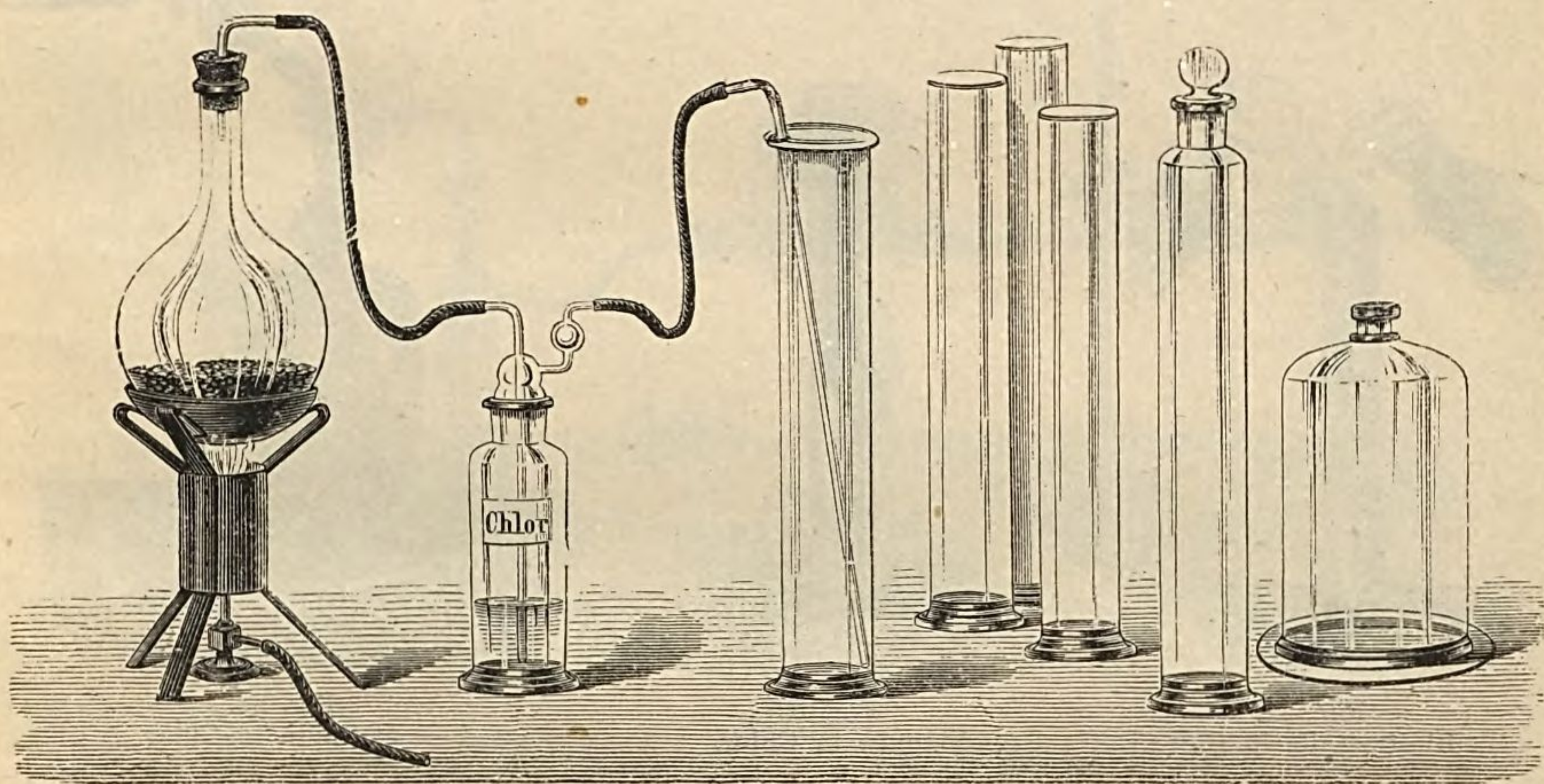


Fig. 30. Darstellung von Chlor.

Chlor ist ein grünlich gefärbtes, höchst giftiges Gas, bewirkt, schon in sehr geringer Menge eingeatmet, Husten und Brustbeklemmung, verursacht in größeren Mengen Blutspeien und den Tod. Mit den unedlen Metallen verbindet es sich meist direkt unter starker Wärmeentwicklung zu Chloriden (Zinnchlorid, Kupferchlorür, Eisenchlorid, Antimonchlorid etc.). Es wirkt zerstörend (bleichend) auf Pflanzenfarben und wird daher zum Bleichen in der Papierfabrikation und in der Zeugbleicherei benutzt, ist aber unwirksam auf Kohle (Druckerschwärze).

22. Chlornatrium oder Kochsalz. Eine Verbindung von Chlor und Natrium, welche sich durch direkte Einwirkung beider darstellen läßt [T. § 76]; von rein salzigem Geschmack; in Wasser leicht löslich, indifferent gegen Pflanzenfarben. — Das Kochsalz kann seiner Zusammensetzung nach als Repräsentant der metallischen Chloride dienen, welche man aus diesem Grunde ebenfalls **Salze** zu nennen pflegt, und zwar zum

Unterschied von den später zu besprechenden eigentlichen Salzen (Oxy-salzen): **Haloidsalze**.

Chlorwasserstoff oder **Salzsäure**. Wasserstoff verbrennt in Chlor-gas mit bläulichgrüner Flamme [T. § 79] zu einem farblosen Gas, welches in Berührung mit der Luft starke Nebel bildet und blaues Lackmus stark rötet. Es wird von Wasser in beträchtlichen Mengen absorbiert und bildet damit eine an der Luft rauchende Flüssigkeit (wässrige Salz-säure), aus der man einen Teil des Gases durch Erhitzen austreiben kann. Wird das auf diese Weise entwickelte Gas in einem trockenen Cylinder aufgefangen und der Cylinder dann verkehrt in Wasser getaucht, so steigt das Wasser mit großer Schnelligkeit darin auf und füllt ihn zuletzt völlig an [T. § 81].

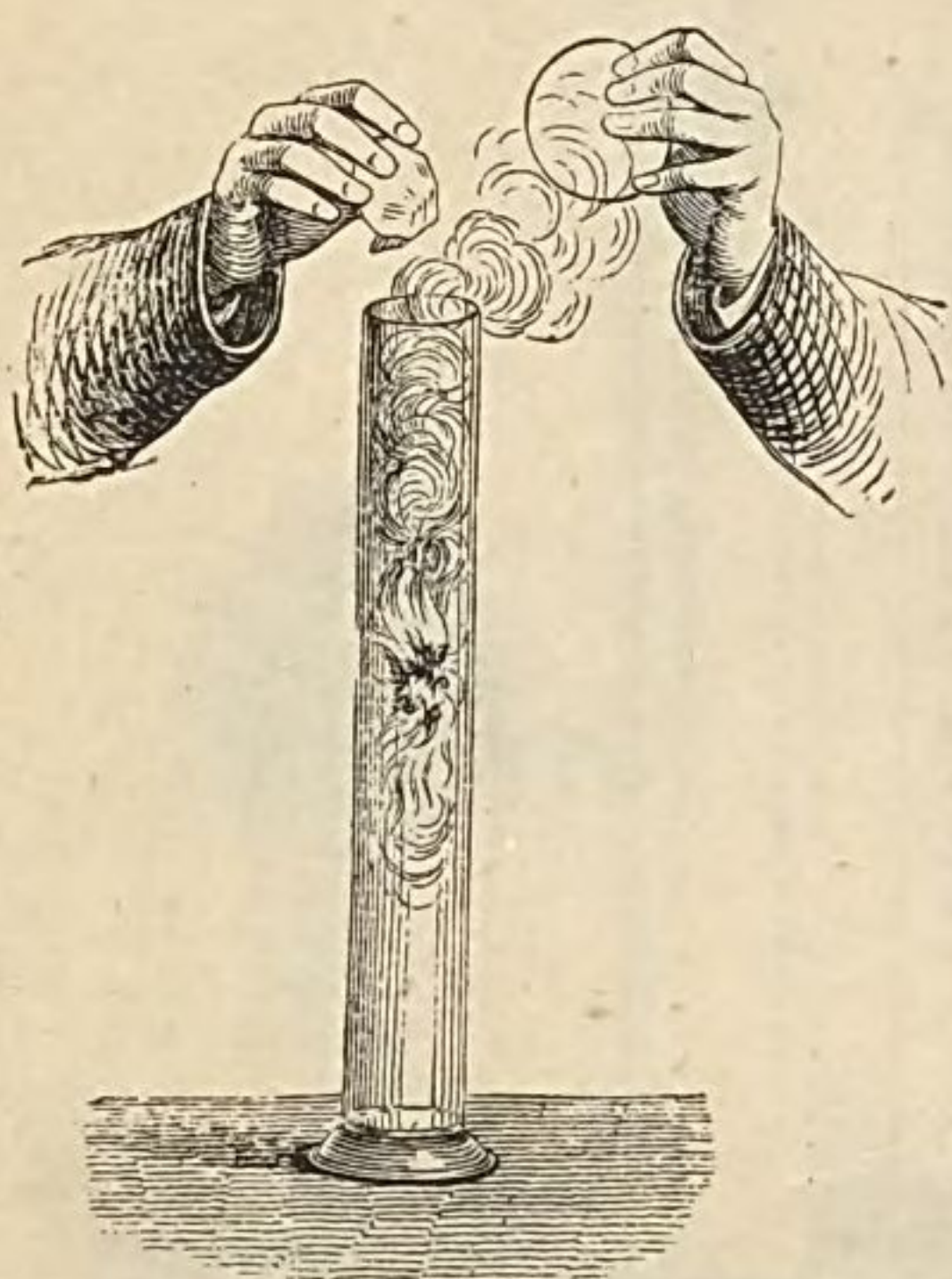


Fig. 31.
Blattmetalle in Chlor.

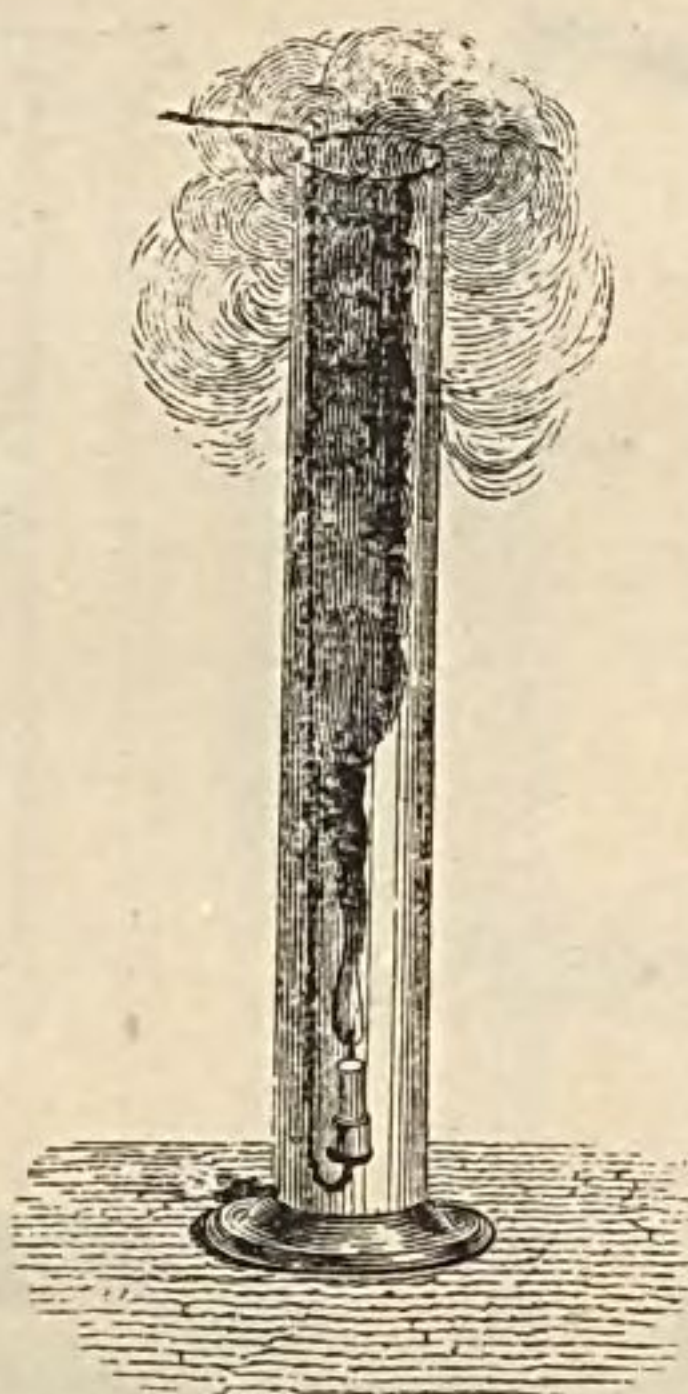


Fig. 32.
Flamme in Chlor.

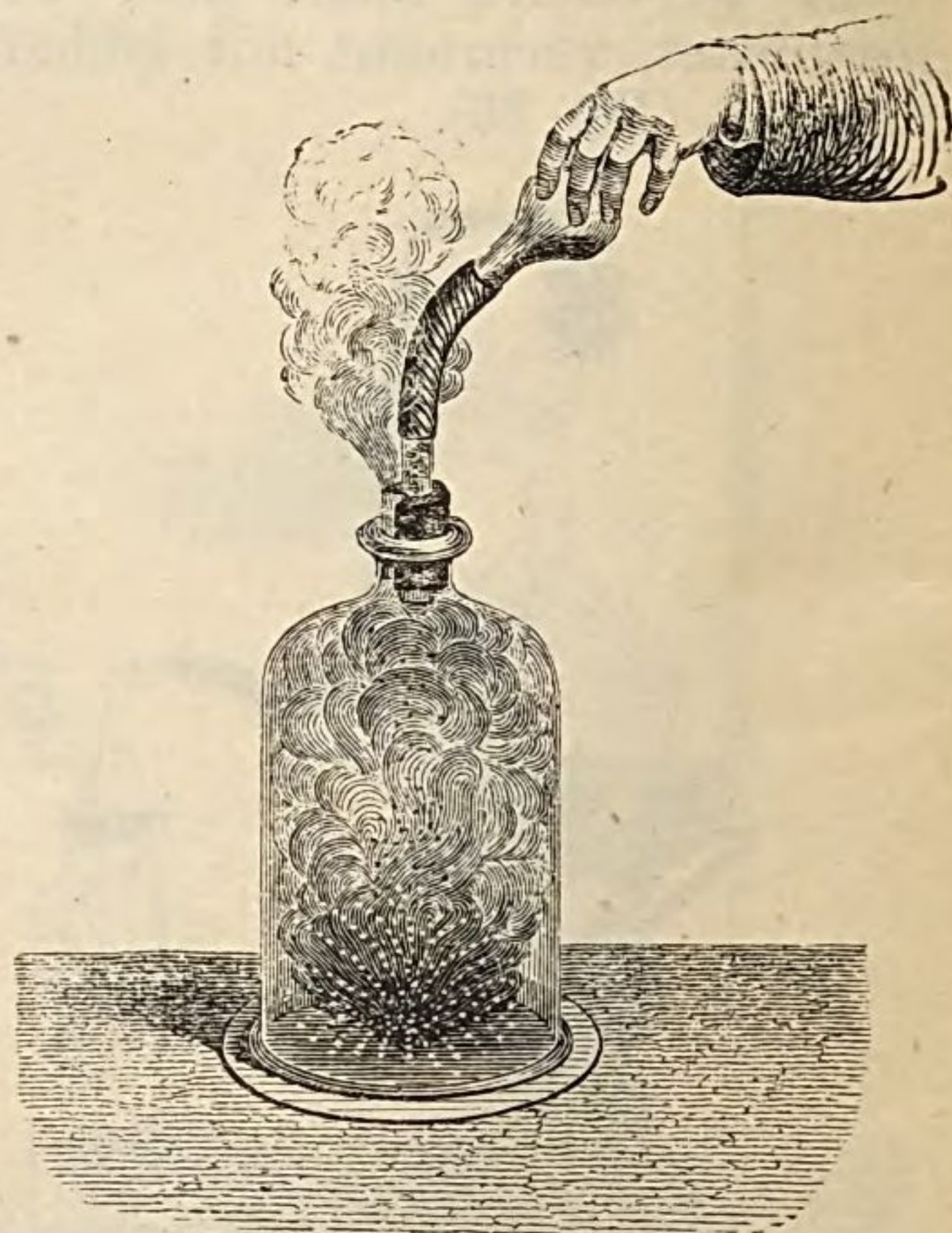


Fig. 33.
Antimon in Chlor.

Chlor und Wasserstoff, in gleichen Volumen mit einander gemischt, geben ein explosives Gasgemenge, Chlorknallgas [T. § 80], welches sich durch eine Flamme oder im Sonnenlicht entzündet und mit heftigem Knall zu Chlorwasserstoff verbrennt.

Anhang. Dem Chlor nahe verwandt sind:

Brom, braunrote Flüssigkeit, verdampft bei gewöhnlicher Temperatur; Dämpfe übelriechend, irrespirabel.

Jod, grauschwarze Kristalle, Dämpfe veilchenblau.

Die Verbindungen beider mit den Metallen heißen Bromide bez. Jodide; sie sind den Chloriden analog. — Ihre Verbindungen mit Wasserstoff (Bromwasserstoff, Jodwasserstoff) sind, analog dem Chlorwasserstoff, ziemlich starke Säuren (Wasserstoff- oder Hydro-säuren).

VII. Reduktionen.

23. Unter Reduktion versteht man im allgemeinen vollständige oder teilweise Abscheidung eines chemischen Elements aus einer Verbindung, insbesondere bei Sauerstoffverbindungen die Entziehung des Sauerstoffs behufs Wiedergewinnung der damit verbundenen Elemente.

Die Kraft, welche die chemischen Verbindungen zusammenhält, heißt Affinität oder chemische Verwandtschaft. Sie muß bei der Reduktion überwunden werden; d. h. wenn ein Oxyd reduziert werden soll, so muß es mit einem Stoff in Berührung gebracht werden,

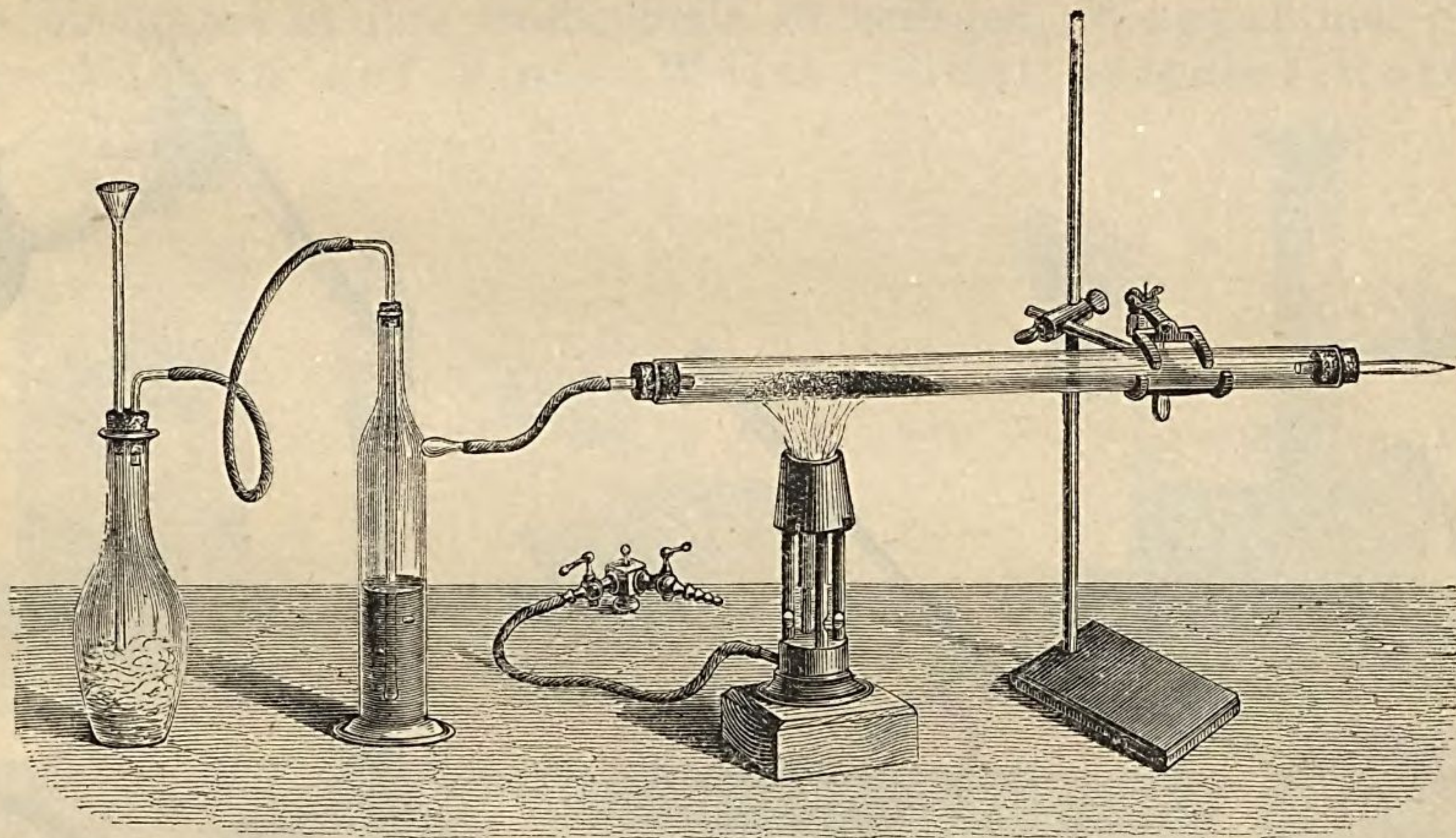


Fig. 34.
Reduktion von Kupferoxyd durch Wasserstoff.

welcher größere Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, als der andre. Dazu eignen sich besonders Wasserstoff und Kohlenstoff, für gewisse Zwecke Kalium und Natrium. Die Affinität läßt sich aber auch durch Elektrizität überwinden (s. unten).

1. Reduktion durch Wasserstoff.

Erhitzt man in einer Glasröhre eine Schicht Kupferoxyd im Wasserstoffstrom, nachdem man den austretenden Wasserstoff angebrannt hat [Vorsicht! siehe T. § 80], so fängt das Kupferoxyd zuerst an dem Ende, von wo der Wasserstoff eintritt, zu glühen an; das Glühen setzt sich bald weiter fort, reichliche Mengen von Wasserdampf treten an Stelle des Wasserstoffs aus, wodurch die Flamme verlöscht (Fig. 34), und nachdem das Glühen bis ans Ende fortgeschritten ist, hört die Wasserdampfentwicklung wieder auf, und der austretende Wasserstoff läßt sich wieder entzünden. Nach dem Erkalten findet man im Rohr statt des Kupferoxyds metallisches pulverförmiges Kupfer.

Der Wasserstoff hat sich also mit dem Sauerstoff des Kupferoxyds zu Wasser verbunden, und das metallische

Kupfer ist aus seiner Verbindung mit Sauerstoff reduziert worden.

2. Reduktion durch Kohle.

Auch durch Erhitzen von Oxyden mit Kohle oder organischen (kohlenstoffhaltigen) Substanzen tritt Reduktion ein [T. § 93].

24. Mischt man Zinn- oder Bleioxyd mit Sägespänen und erhitzt das Gemenge in einem bedeckten Tiegel (Fig. 35), so verkohlt zuerst das Holz, und dann wirkt der zurückbleibende Kohlenstoff in der Glühhitze auf das Metalloxyd ein, indem er demselben den Sauerstoff entzieht und sich damit zu Kohlensäure verbindet, welche entweicht.

Derselbe Vorgang tritt ein, wenn man Bleioxyd auf Kohle mittels des Löt-rohrs stark erhitzt (Fig. 36). Man erhält an Stelle des Bleioxyds schliesslich eine geschmolzene Kugel, welche nach dem Erstarren alle Eigenschaften des Bleis zeigt.

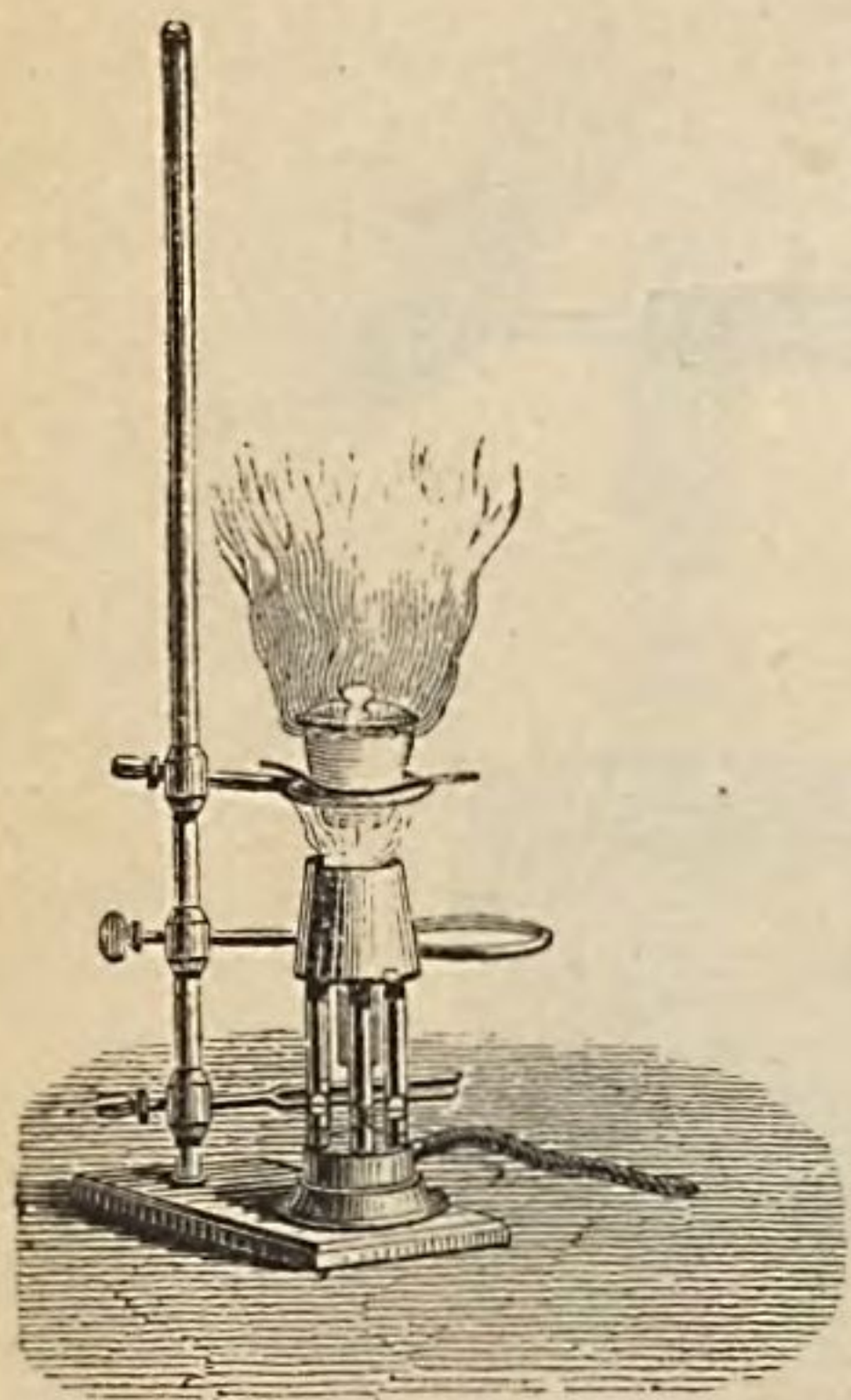


Fig. 35.
Reduktion von Blei und Zinn durch Kohle.

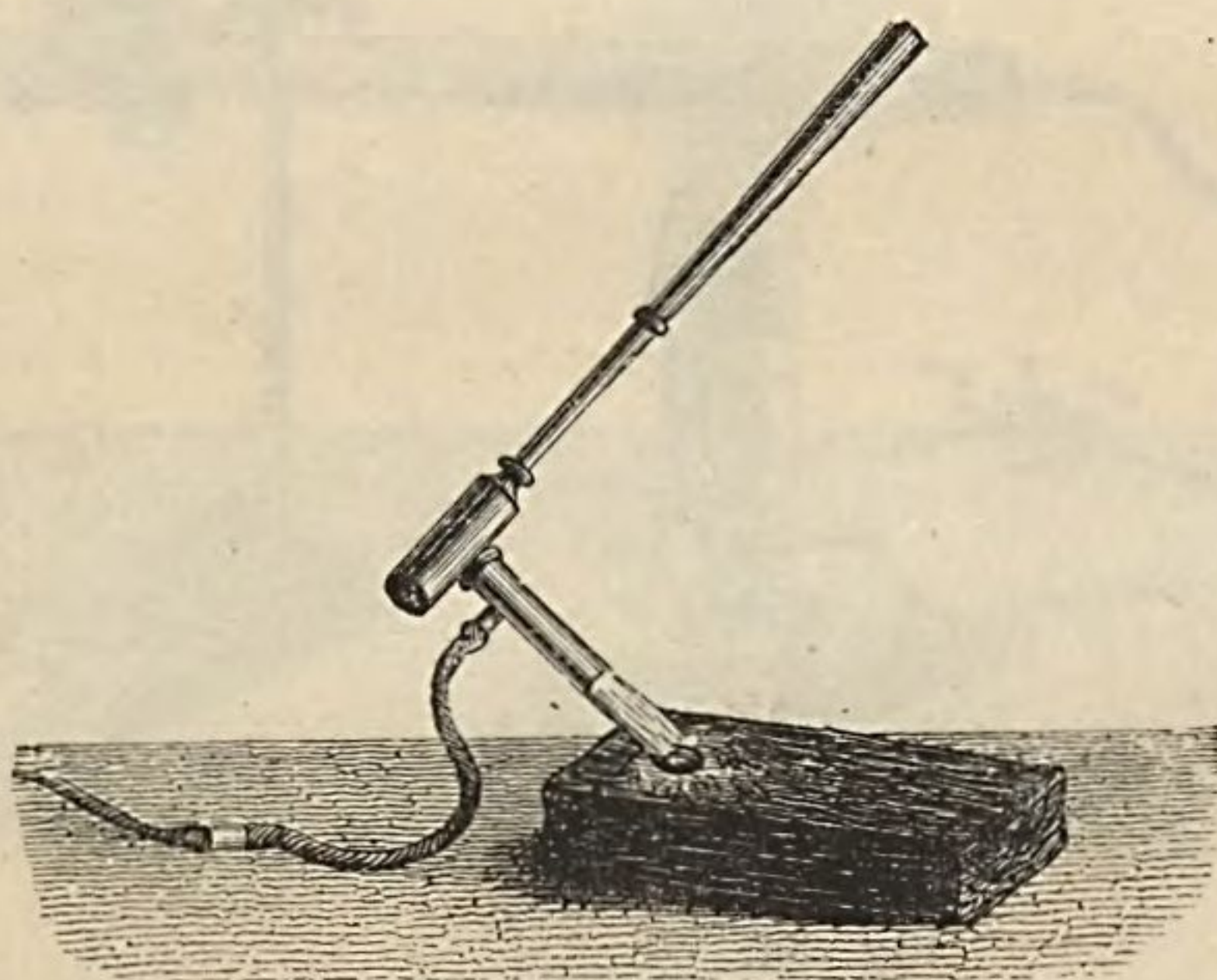


Fig. 36.

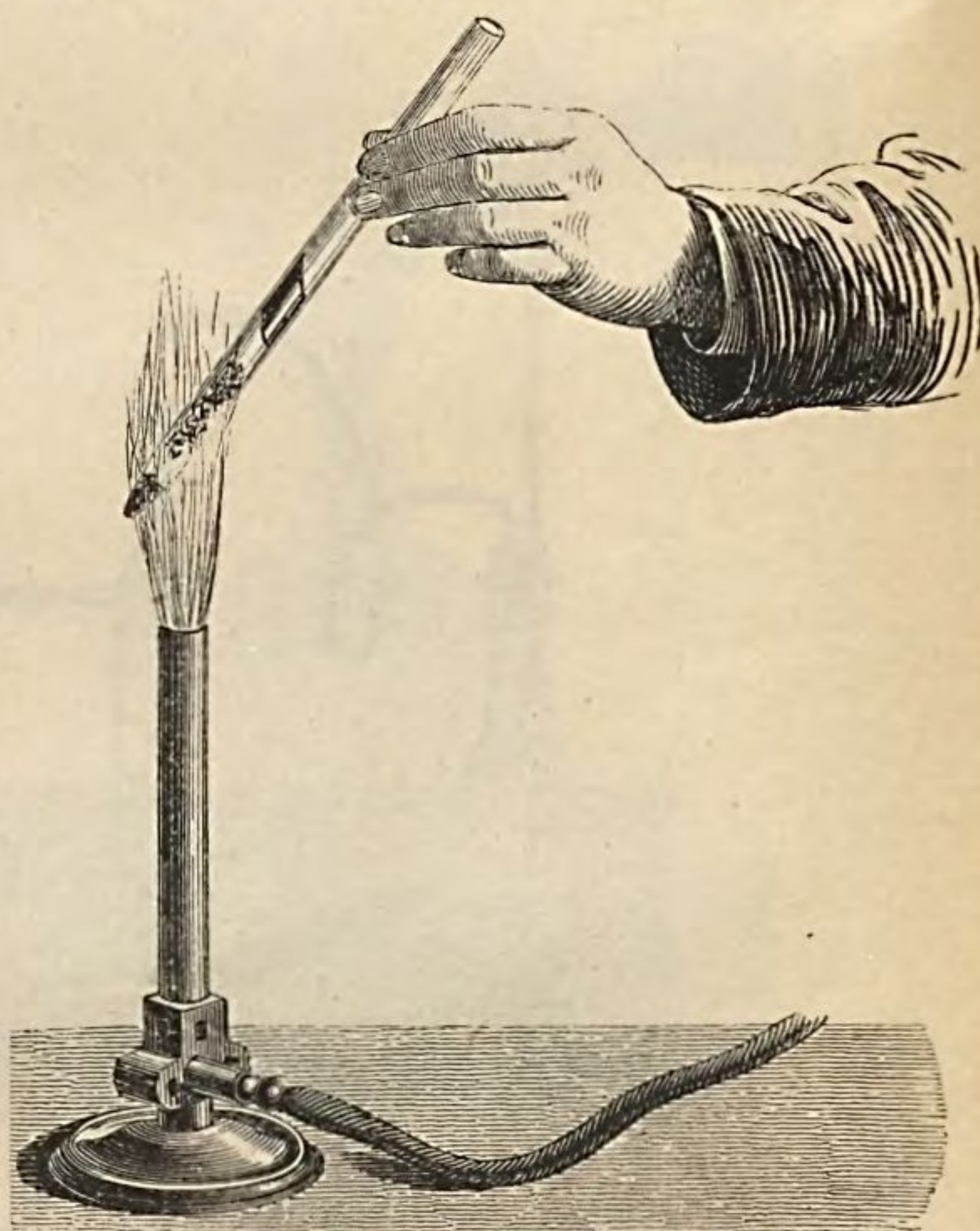


Fig. 37.
Reduktion von arseniger Säure.

Ebenso lässt sich arsenige Säure in einem Glasröhrchen durch Kohle zu Arsen reduzieren (Fig. 37). In allen Fällen entwickelt sich als Nebenprodukt Kohlensäure.

Die Reduktionsprozesse haben für die chemische Industrie eine hohe Bedeutung erlangt, da sie benutzt werden, um aus den Erzen durch Erhitzen mit Kohle die Metalle zu gewinnen, welche in der Natur nicht in freiem (gediegenem) Zustand vorkommen.

3. Reduktion durch Kalium und Natrium.

25. Ein noch kräftigeres Reduktionsmittel kann unter Umständen das Kalium oder Natrium sein. Beide reduzieren mit der größten Leichtigkeit das Wasser, auf welchem sie schwimmen, sich aber dabei sogleich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Kali resp. Natron verbinden und den Wasserstoff in freiem Zustand abscheiden.

Bei Kalium ist die hierbei eintretende Temperaturerhöhung so stark, daß sich der Wasserstoff sogleich entzündet und mit violetter Flamme brennt (Fig. 38). Bei Natrium tritt in der Regel keine Entzündung ein, wohl aber, wenn man eine Scheibe Fließpapier auf das Wasser deckt und das Natrium auf diese legt (Fig. 39). Um den Wasserstoff in freiem Zustande aufzufangen, bedient man sich des in Fig. 40 abgebildeten Apparats [über hierbei anzuwendende Vorsichtsmafsregeln s. T. § 95].

Auch die Kohlensäure läßt sich durch Kalium oder Natrium reduzieren, wenn man sie durch ein Glasrohr leitet, in welchem man die Metalle von außen her stark erhitzt. Der Kohlenstoff scheidet sich dann als schwarzes Pulver aus, das mit dem entstandenen Kali, resp. Natron innig vermengt bleibt [T. § 98].

4. Reduktion (Spaltung) durch Elektrizität.

26. Der elektrische Strom besitzt die Fähigkeit, viele chemische Verbindungen in ihre Bestandteile zu zerlegen. Wasser und Salzsäure können auf diese Weise leicht zersetzt werden,



Fig. 38.



Fig. 39.

Reduktion von Wasser durch Kalium und Natrium.

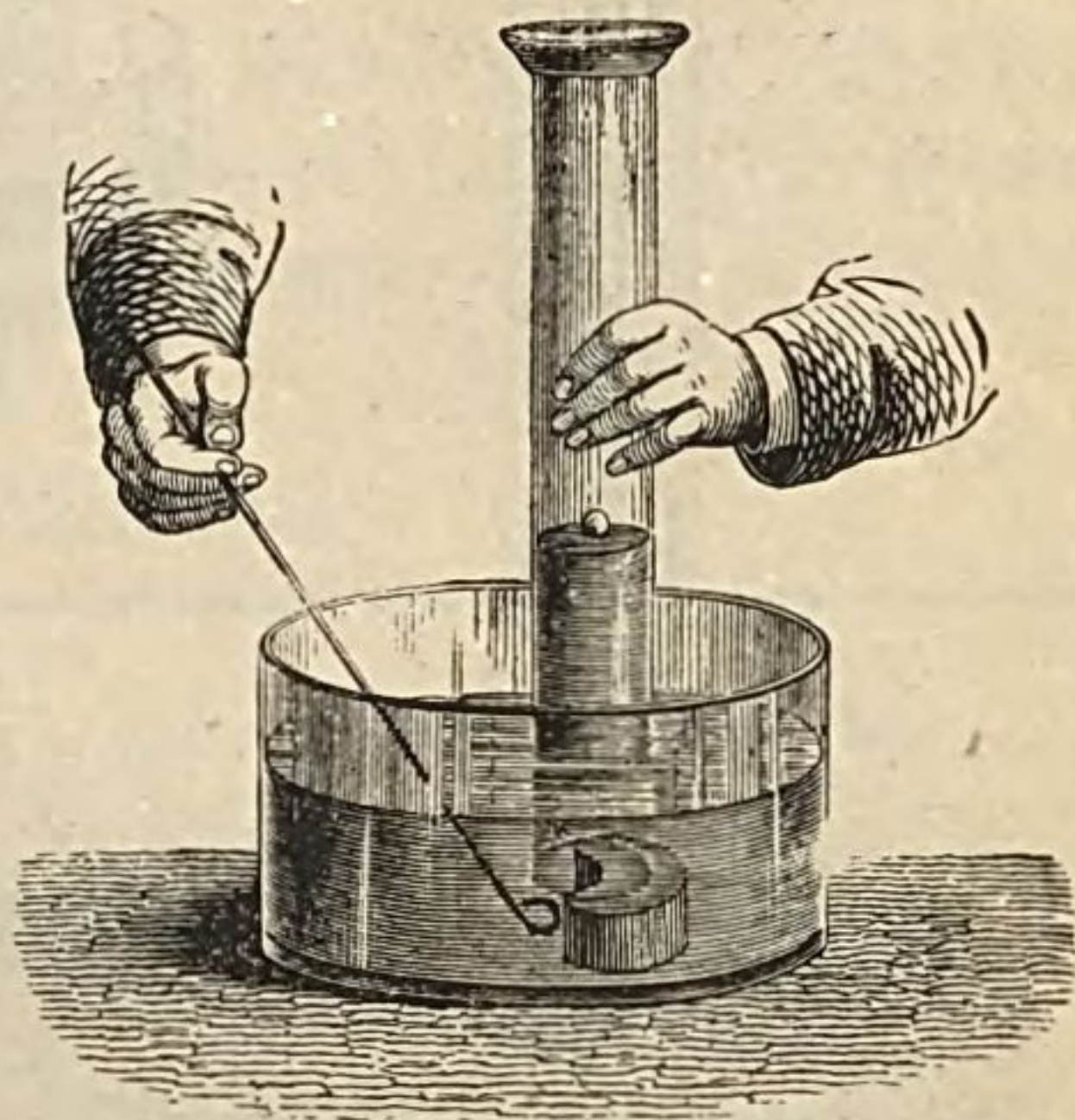
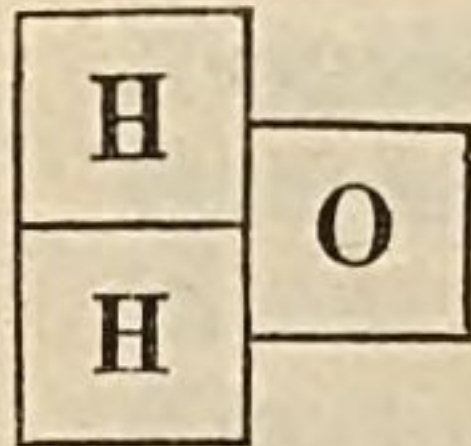


Fig. 40.

wenn man sie in zweischenkelige Apparate (Fig. 41—44) füllt und den elektrischen Strom hindurchleitet [T. §. 110]. Beide Verbindungen zersetzen sich hierbei in ihre Bestandteile, und zwar treten diese in bestimmten Volumverhältnissen auf.

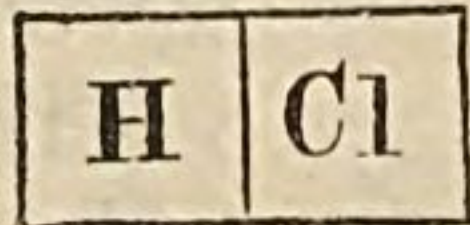
Wasser gibt zwei Volumen H und 1 Volumen O:

$H : O = 2 : 1$ oder bildlich



Salzsäure gibt 1 Volumen H und 1 Volumen Cl:

$H : Cl = 1 : 1$ oder bildlich



Daraus schließt man: das Wasser besteht aus 2 Volumen H und 1 Volumen O, und die Salzsäure aus 1 Volumen H und 1 Volumen O.

Hieraus leiten sich mit Hilfe der spezifischen Gewichte von Sauer-

stoff (1,1088), Wasserstoff (0,0693) und Chlor (2,46) die Gewichtsverhältnisse ab. Es berechnet sich nämlich hieraus, daß 1 Volumen O 16 mal und 1 Volumen Cl 35,5 mal so schwer ist als 1 Volumen H.

$$\begin{aligned} 0,0693 \text{ H} : 1,1088 \text{ O} &= 1 \text{ H} : 16 \text{ O} \\ 0,0693 \text{ H} : 2,46 \text{ Cl} &= 1 \text{ H} : 35,5 \text{ Cl.} \end{aligned}$$

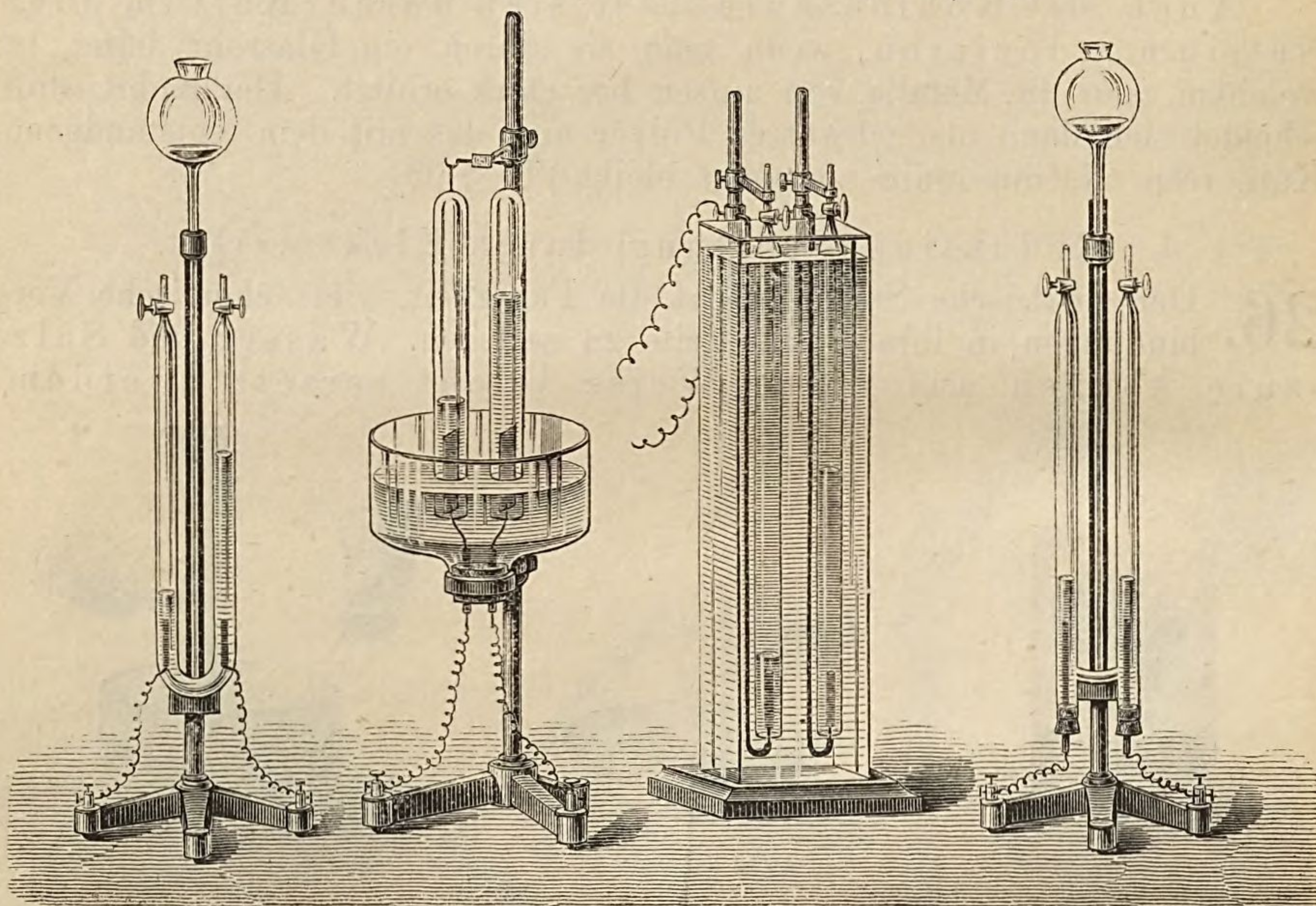
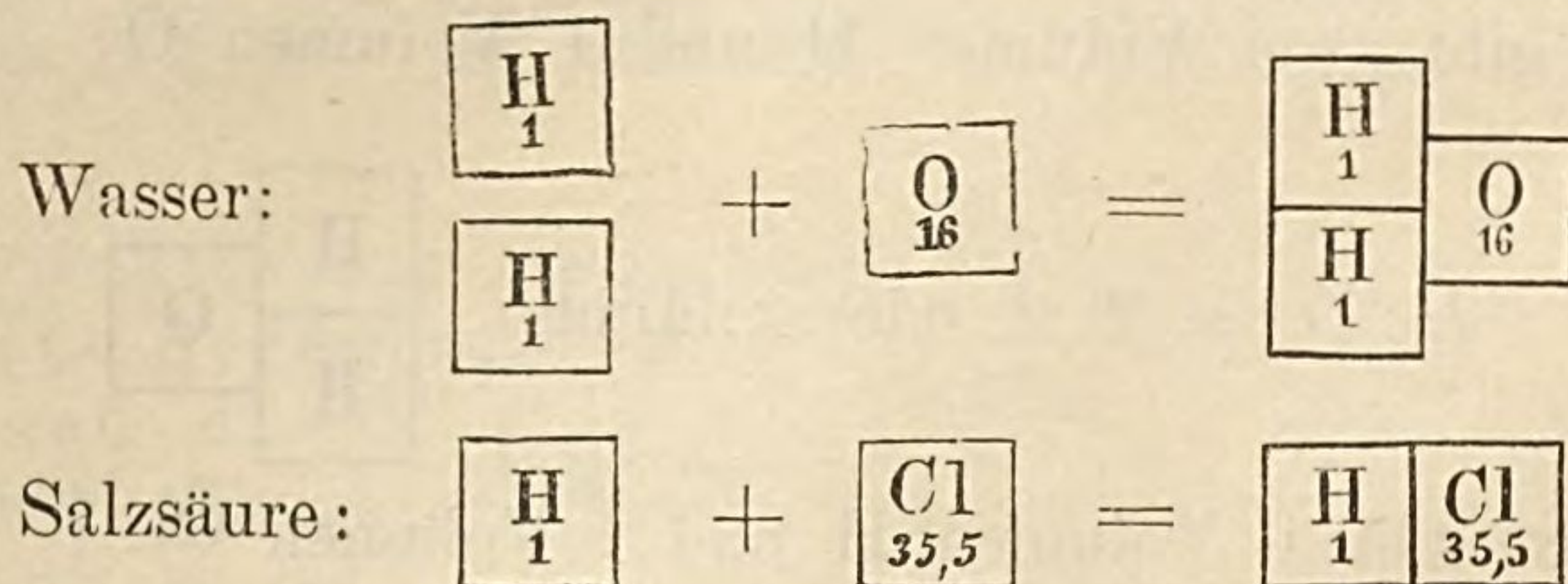
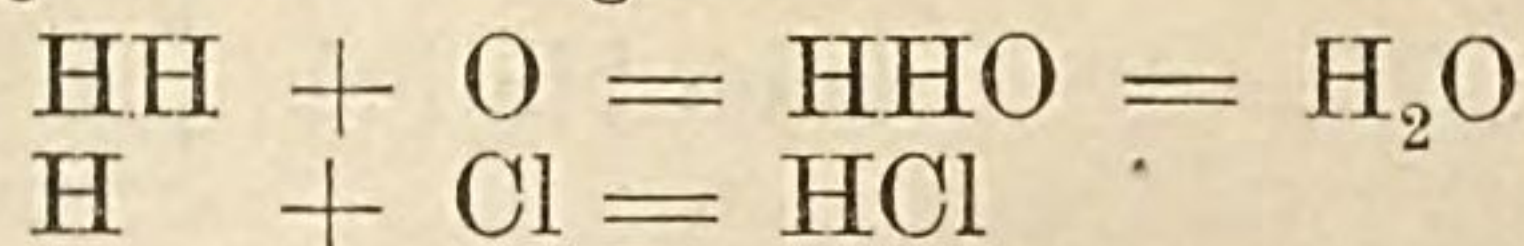


Fig. 41. Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44.
Zersetzung von Wasser und Salzsäure durch den elektrischen Strom.

Demnach erhält man für die Zusammensetzung des Wassers, resp. der Salzsäure, folgende bildliche Darstellungen, welche die Gewichts- und Volumverhältnisse zugleich ausdrücken:



oder, wenn man die Quadrate wegläßt:



Wasser und Salzsäure sind nach bestimmten Gewichts- und Volumverhältnissen zusammengesetzt.

VIII. Atomlehre.

Die chemische Analyse hat zu dem Resultat geführt, daß nicht nur das Wasser und die Salzsäure, sondern überhaupt alle chemischen Verbindungen nach bestimmten Gewichts- (bei Gasen auch nach bestimmten Volum-) verhältnissen zusammengesetzt sind. Hierdurch unterscheiden sich die chemischen Verbindungen von den bloß mechanischen Gemengen.

27. Gesetz der konstanten Verhältnisse. Wenn sich zwei oder mehrere Elemente miteinander verbinden, so geschieht dies nach ganz festen, unwandelbaren (konstanten) Gewichts- und Volumverhältnissen.

Zur Erklärung dieser eigentümlichen Verhältnisse dient die durch DALTON im Jahre 1804—1808 begründete

Atomlehre: Die Elemente bestehen aus kleinsten, nicht weiter teilbaren Teilchen, welche eine bestimmte Größe und ein bestimmtes Gewicht besitzen und nur mit diesem Gewicht Verbindungen eingehen.

Atomgewichte der wichtigsten Elemente.

A. Metalloide.	B. Leichte Metalle.	C. Schwere Metalle.
I. Sauerstoffgruppe. Sauerstoff, O 16,0 Schwefel, S 32,0	VI. Kaliumgruppe. Kalium, K 39,1 Natrium, Na 23,0	X. Eisengruppe. Chrom, Cr 52,2 Eisen, Fe 56,0 Zink, Zn 65,5 Mangan, Mn 55,0 Kobalt, Co 58,7 Nickel, Ni 58,7 Uran, U 240,0
II. Halogensgruppe. Chlor, Cl 35,5 Brom, Br 80,0 Jod, J 127,0 Fluor, Fl 19,0	VII. Calciumgruppe. Calcium, Ca 40,0 Barium, Ba 137,0 Strontium, Sr 87,5	XI. Bleigruppe Blei, Pb 207,0 Quecksilber, Hg 200,0 Silber, Ag 108,0 Kupfer, C 63,5 Wismut, Bi 207,5 Cadmium, Cd 112,0
III. Stickstoff- oder Phosphorgruppe. Stickstoff, N 14,0 Phosphor, P 31,0 Arsen, As 75,0 Antimon, Sb 122,0	VIII. Magnesiumgruppe. Magnesium, Mg 24,0	XII. Zinngruppe. Zinn, Sn 118,0 Gold, Au 196,0 Platin, Pt 194,2
IV. Kohlenstoffgruppe. Kohlenstoff, C 12,0 Bor, B 11,0 Kiesel, Si 28,0	IX. Aluminiumgruppe. Aluminium Al, 27,4	
V. Wasserstoffgruppe. Wasserstoff, H 1,0		

Die kleinsten Teilchen der zusammengesetzten Körper werden Moleküle (oder Molekeln) genannt; sie sind nicht physikalisch, wohl aber noch chemisch teilbar (in Atome).

Die Buchstaben, mit denen man die Elemente bezeichnet, haben hiernach eine dreifache Bedeutung. 1. sie geben den Namen der Elemente an; 2. sie bezeichnen 1 Atom des betreffenden Elements und 3. sie schliessen zugleich das Atomgewicht ein. Es heisst also:

H:	1 Atom oder	1	Gewichtsteil	Wasserstoff,
O:	1 Atom	16	„	Sauerstoff,
Cl:	1 Atom	35,5	„	Chlor,
Fe:	1 Atom	56	„	Eisen
etc. etc.				

Die Atomlehre schliesst die Möglichkeit nicht aus, dass sich zwei Elemente auch in verschiedenen Verhältnissen miteinander verbinden können, nämlich 1 Atom des einen mit 1 oder mehreren Atomen des andern.

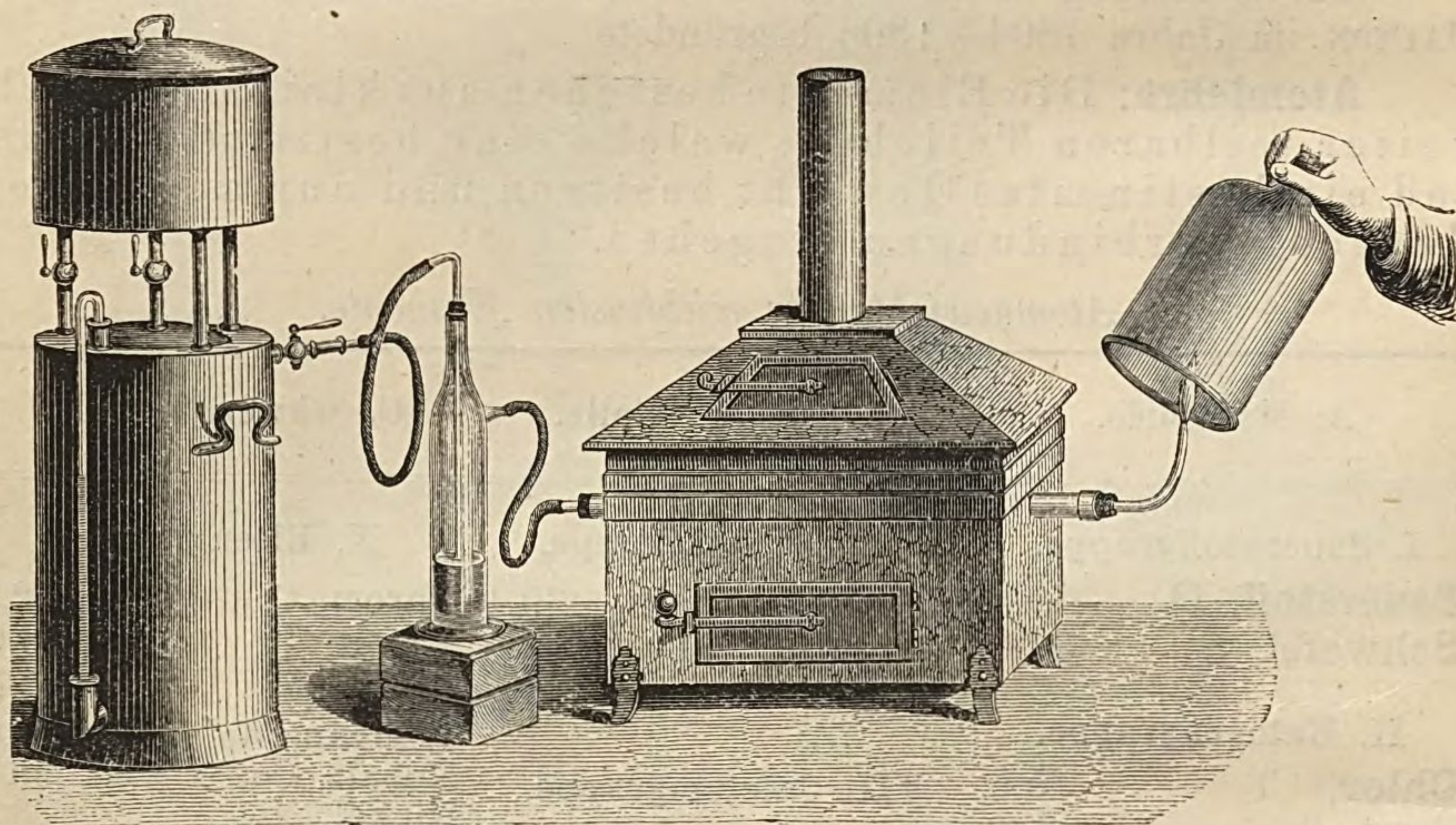
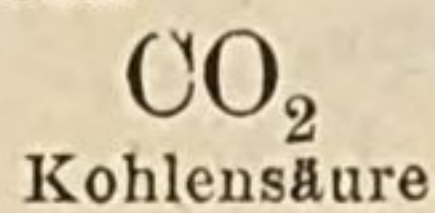
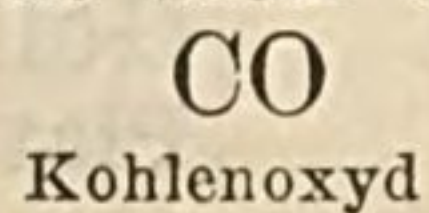


Fig. 45. Unvollkommene Verbrennung von Kohlenstoff.

28. Für den Kohlenstoff und Sauerstoff lässt sich dies sehr einfach dadurch beweisen, dass man ein Rohr mit gut getrockneter Kohle füllt, der ganzen Länge nach erhitzt und dann vorsichtig Sauerstoff hindurch leitet (Fig. 45). Das austretende Gas ist brennbar, kann also nicht Kohlensäure sein, gleichwohl muss es aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen. Hält man eine innen mit Kalkwasser benetzte Glasglocke über die Flamme, so überzieht sich die Innenwand mit einem weissen Beschlag, ein Zeichen, dass durch Verbrennung des Gases Kohlensäure entsteht [T. § 113].

Hieraus ergibt sich mit Sicherheit, dass das brennende Gas weniger Sauerstoff enthält, als die Kohlensäure. Es existieren also zwei Verbindungen zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff: Kohlenoxyd und Kohlensäure. Eine vergleichende quantitative Analyse ergibt, dass die Kohlensäure genau doppelt soviel Sauerstoff enthält, als das Kohlenoxyd, was sich durch die Formeln



ausdrücken lässt.

Kohlenoxyd CO, farbloses, geruchloses und geschmackloses Gas. Brennbar, giftig; bildet sich stets dann, wenn glühende Kohlen mit ungenügenden Mengen Sauerstoff oder Luft in Berührung kommen; z. B. in Kohlenpfannen und in Öfen bei beschränktem Luftzug.

Im grofsen wird es in Generatoröfen (Fig. 46) erzeugt, welche ganz mit Kohle vollgeschüttet werden, so dafs nur die unteren Schichten vollkommen verbrennen können. Man leitet das Gas durch einen seitlichen Kanal ab und kann es dann in zweckmäfsig konstruierten Öfen zur Feuerung benutzen (Siemenssche Regenerativöfen).

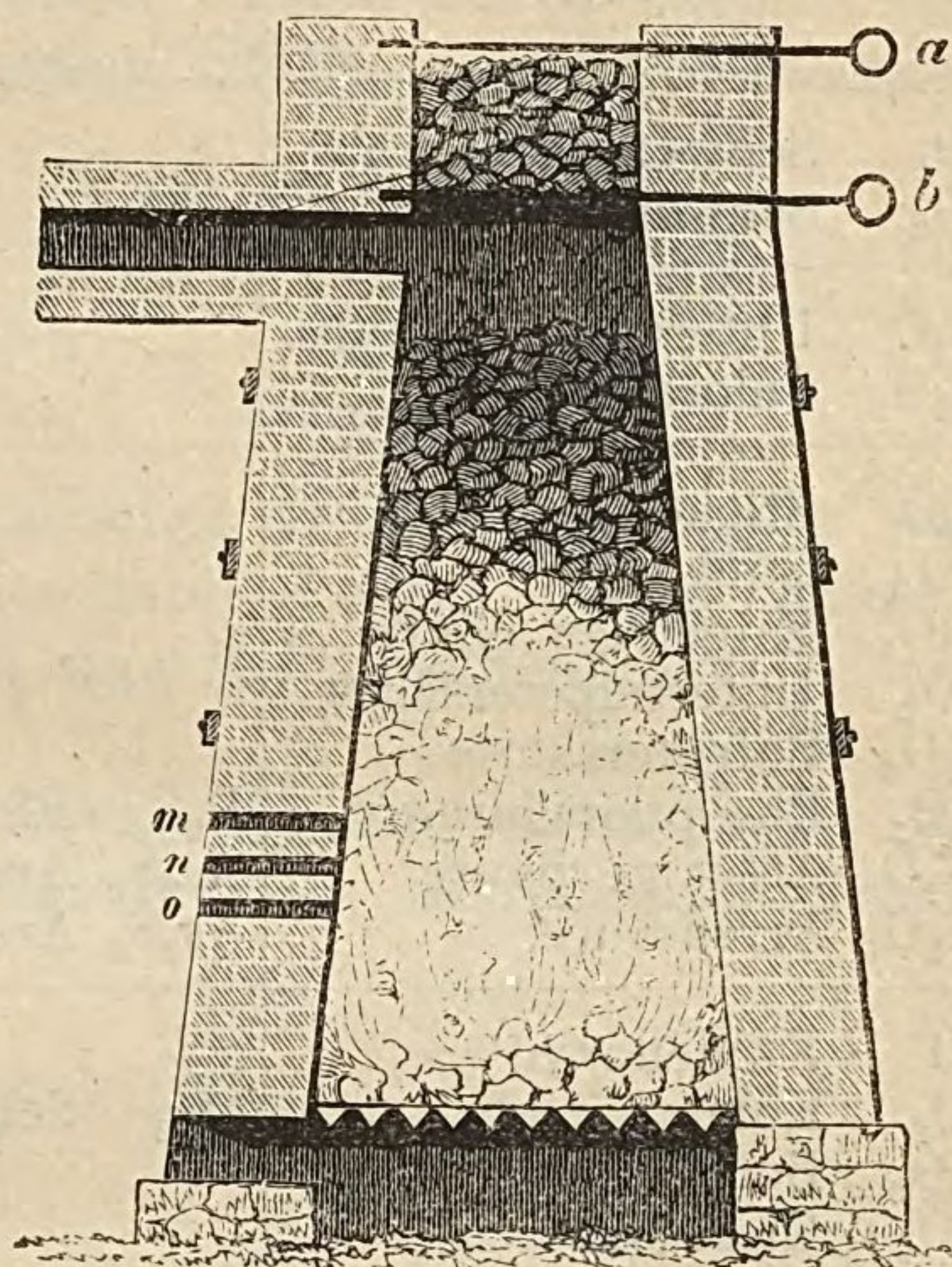


Fig. 46.
Generatorofen.

29. Was für den Kohlenstoff und Sauerstoff durch den Versuch erwiesen werden konnte, gilt auch für die meisten übrigen Elemente, d. h. es gilt im allgemeinen als Regel, dafs zwischen je zwei chemischen Elementen mehr als eine Verbindung existieren kann.

Doch bestehen hierin grofse Verschiedenheiten, denn abgesehen davon, dafs es in der That mehrere Elemente gibt, die sich nur in einem Verhältnis unter einander verbinden, so gibt es wiederum andre, welche zwei, und noch andre, welche mehrere, bzw. sehr viele Verbindungen geben können, wie die Tabelle auf Seite 30 zeigt.

Nomenklatur. Von den gewöhnlichen Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure) werden die niedrigeren Stufen durch Anhängung der Silbe —*ig* unterschieden (schweflige Säure, salpetrige Säure). Von den gewöhnlichen Oxyden (Eisenoxyd, Manganoxyd) unterscheidet man die niedrigeren als *Oxydule* (Eisenoxydul, Manganoxydul), die höheren als *Superoxyde* (Mangansuperoxyd). — Bei den Verbindungen des Schwefels und des Chlors heifsen die niedrigeren *Sulfüre* und *Chlorüre*.

IX. Stöchiometrie.

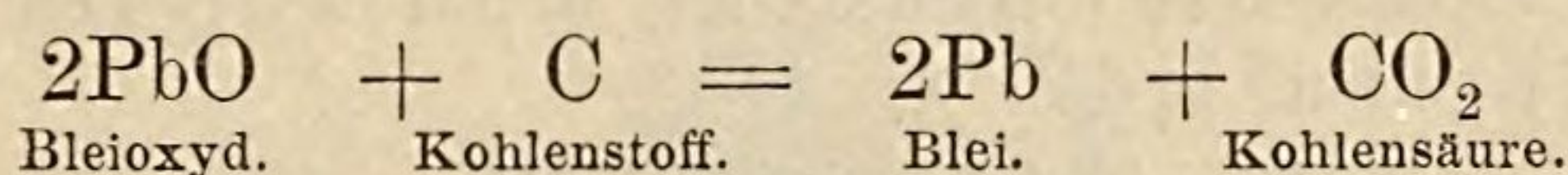
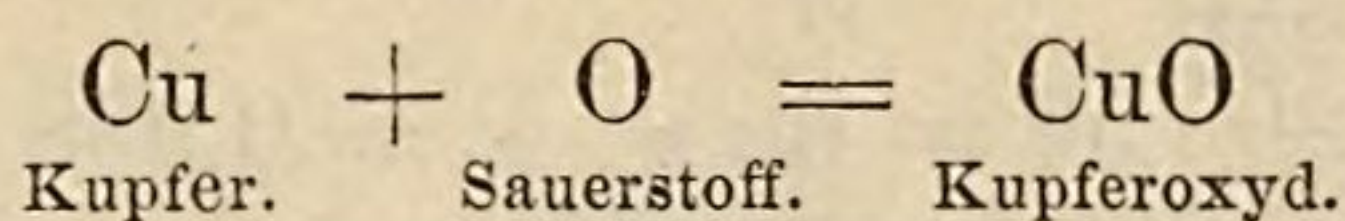
30. Stöchiometrie ist die Lehre von der Berechnung der Mengenverhältnisse, nach denen sich chemische Verbindungen bilden oder zersetzen. Ihre Grundlage bilden die Atomgewichte der Elemente und die aus diesen sich ableitenden Molekulargewichte der Verbindungen.

Um eine stöchiometrische Rechnung auszuführen, bedarf man zuerst einer chemischen Gleichung.

Tabelle der wichtigsten Oxyde, Sulfide und Chloride.

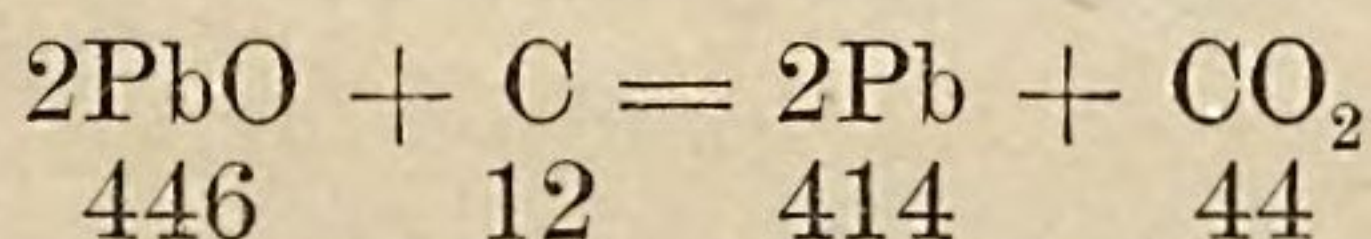
Oxyde.	Sulfide.	Chloride.
SO ₂ Schweflige Säure.	—	SCl ₂ Schwefelchlorid.
SO ₃ Schwefelsäure.	—	—
Cl ₂ O Unterchlorige Säure.	—	—
Cl ₂ O ₅ Chlorsäure.	—	—
N ₂ O Stickoxydul.	—	—
NO Stickoxyd.	—	—
N ₂ O ₃ Salpetrige Säure.	—	—
NO ₂ Untersalpetersäure.	—	—
N ₂ O ₅ Salpetersäure.	—	—
P ₂ O ₅ Phosphorsäure.	P ₂ S ₅ Phosphorpentasulfid.	PCl ₅ Phosphorchlorid.
As ₂ O ₃ Arsenige Säure.	As ₂ S ₃ Arsentrisulfid.	AsCl ₃ Arsenchlorür.
As ₂ O ₅ Arsensäure.	As ₂ S ₅ Arsenpentasulfid.	—
CO Kohlenoxyd.	—	CCl ₂ Kohlenstoffchlorid.
CO ₂ Kohlensäure.	CS ₂ Schwefelkohlenstoff.	CCl ₄ Kohlenstoffsüber-
B ₂ O ₃ Borsäure.	—	BCl ₃ Borchlorid. [chlorid.
SiO ₂ Kieselsäure.	—	SiCl ₄ Siliciumchlorid.
H ₂ O Wasser.	H ₂ S Schwefelwasserstoff.	HCl Chlorwasserstoff.
K ₂ O Kali.	K ₂ S Schwefelkalium.	KCl Chlorkalium.
Na ₂ O Natron.	Na ₂ S Schwefelnatrium.	NaCl Chlornatrium.
MgO Magnesia.	—	MgCl ₂ Chlormagnesium.
CaO Kalk.	CaS Schwefelcalcium.	CaCl ₂ Chlorcalcium.
Al ₂ O ₃ Thonerde.	—	Al ₂ Cl ₃ Chloraluminium.
FeO Eisenoxydul.	FeS Eisensulfür.	FeCl ₂ Eisenchlorür.
Fe ₂ O ₃ Eisenoxyd.	Fe ₂ S ₃ Eisensulfid.	Fe ₂ Cl ₆ Eisenchlorid.
ZnO Zinkoxyd.	ZnS Schwefelzink.	ZnCl ₂ Chlorzink.
MnO Manganoxydul.	MnS Mangansulfür.	MnCl ₂ Manganchlorür.
Mn ₂ O ₃ Manganoxyd.	—	Mn ₂ Cl ₆ Manganchlorid.
MnO ₂ Mangansuperoxyd.	MnS ₂ Mangansulfid.	—
MnO ₃ Mangansäure.	—	—
Mn ₂ O ₇ Übermangansäure.	—	—
PbO Bleioxyd.	PbS Schwefelblei.	PbCl ₂ Bleichlorid.
Hg ₂ O Quecksilberoxydul.	Hg ₂ S Quecksilbersulfür.	Hg ₂ Cl ₂ Quecksilberchlorür.
HgO Quecksilberoxyd.	HgS Quecksilbersulfid.	HgCl ₂ Quecksilberchlorid.
Ag ₂ O Silberoxyd.	Ag ₂ S Schwefelsilber.	AgCl Silberchlorid.
Cu ₂ O Kupferoxydul.	Cu ₂ S Kupfersulfür.	Cu ₂ Cl ₂ Kupferchlorür.
CuO Kupferoxyd.	CuS Kupfersulfid.	CuCl ₂ Kupferchlorid.
SnO Zinnoxidul.	SnS Zinnsulfür.	SnCl ₂ Zinnchlorür.
SnO ₂ Zinnoxid.	SnS ₂ Zinnsulfid.	SnCl ₄ Zinnchlorid.
Au ₂ O ₃ Goldoxyd.	—	AuCl ₃ Goldchlorid.
PtO Platinoxydul.	—	PtCl ₂ Platinchlorür.
PtO ₂ Platinoxyd.	—	PtCl ₄ Platinchlorid.

Eine chemische Gleichung ist der symbolische Ausdruck für eine chemische Reaktion: auf der linken Seite der Gleichung stehen die Stoffe, welche auf einander wirken (die Reagenzien), auf der rechten die daraus entstehenden neuen Stoffe (die Produkte).



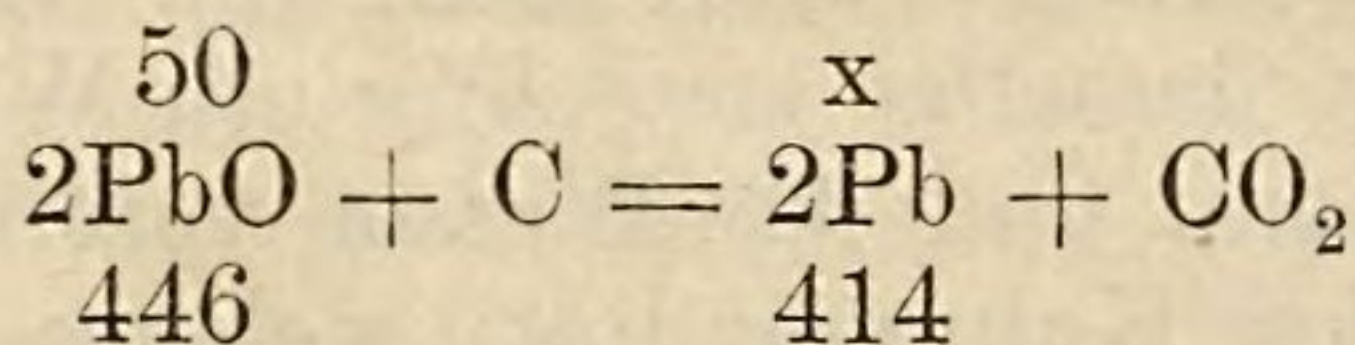
Als Regel für die Aufstellung chemischer Gleichungen gilt, daß auf beiden Seiten von jedem Element gleichviel Atome stehen müssen. Um dieser Forderung zu genügen, dürfen nur die Koeffizienten, nicht die Atomzahlen geändert werden.

Aus jeder chemischen Gleichung läßt sich eine numerische ableiten, indem man unter die einzelnen Glieder die betreffenden Atombez. Molekulargewichte setzt, z. B.



Hierdurch erhält man die Gewichtsverhältnisse der an der Reaktion teilnehmenden Substanzen, und aus diesen Zahlen lassen sich dann durch Proportionsrechnung diejenigen Mengen berechnen, welche man für eine jede beliebige andre Menge einer Substanz von den übrigen erhält oder braucht, z. B.

Wieviel Blei erhält man durch Reduktion von 50 g Bleioxyd?



$$446 : 50 = 414 : x; x = 46,4 \text{ g}$$

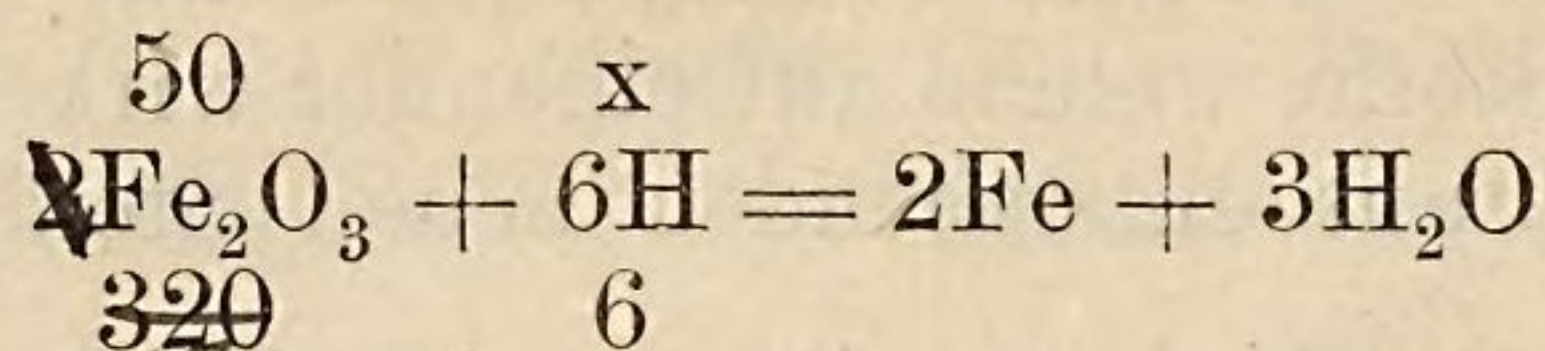
31. Allgemeine Regel. Man schreibt die gegebene Menge über das betreffende Glied (also im obigen Falle 50 über PbO) und macht über dasjenige Glied, welches der gesuchten Substanz entspricht (2Pb), ein x. Dann ist das erste Glied der Proportion stets das Atom- oder Molekulargewicht der gegebenen Substanz, das zweite die gegebene Menge, das dritte das Atom- oder Molekulargewicht der gesuchten Substanz und das vierte Glied x.

Mit Hilfe der obigen Gleichung lassen sich noch verschiedene andre Fragen beantworten:

1. Wieviel Bleioxyd braucht man zur Darstellung von 50 g Blei?
2. Wieviel Kohlenstoff braucht man zur Reduktion von 50 g Bleioxyd?
3. Wieviel Kohlenstoff braucht man zur Darstellung von 50 g Blei?
4. Wieviel Kohlensäure erhält man bei der Reduktion von 50 g Bleioxyd?
5. Wieviel Kohlensäure erhält man bei der Darstellung von 50 g Blei aus Bleioxyd?

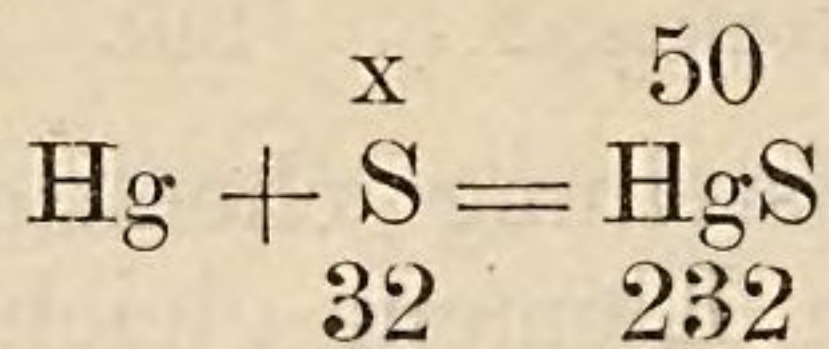
Oder für andre chemische Vorgänge:

Wieviel Wasserstoff braucht man zur Reduktion von 50 g Eisenoxyd?



$$320 : 50 = 6 : x; x = 0,938 \text{ g.}$$

Wieviel Schwefel braucht man zur Darstellung von 50 g Quecksilbersulfid?



$$232 : 50 = 32 : x; x = 6,9 \text{ g.}$$

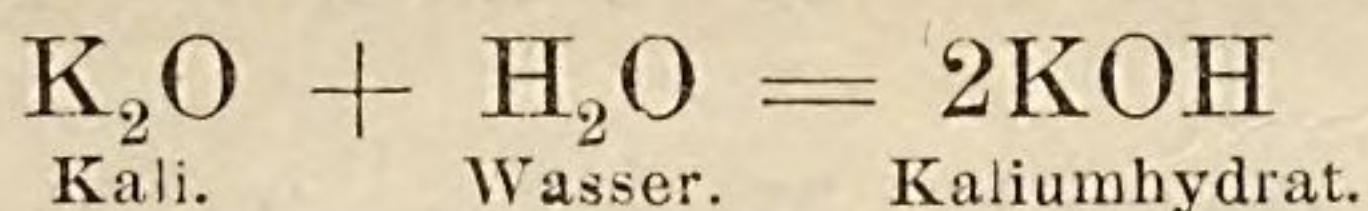
X. Hydrate.

32. Hydrate entstehen durch (direkte oder indirekte) Verbindung von Wasser mit Oxyden; sie enthalten drei Elemente, von denen zwei stets O und H sind.

1. Metallhydrate, basische Hydrate oder Hydroxyde.

Das Wasser spielt bei den chemischen Reaktionen nicht bloß als Lösungsmittel eine Rolle, sondern kann sich auch selbst an der Reaktion beteiligen.

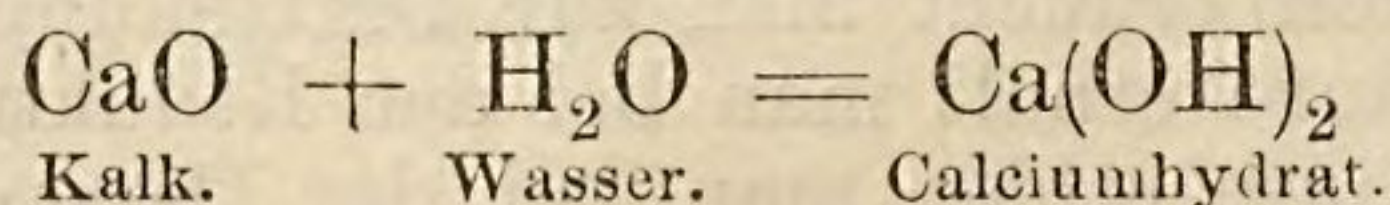
Stellt man z. B. durch Verbrennen von Kalium (Fig. 17, S. 10) Kali dar und übergießt dasselbe vorsichtig mit Wasser (Fig. 47), so tritt bedeutende Erwärmung ein, und das Wasser verbindet sich mit dem Kali zu einem festen Produkt, Kaliumhydrat, welches nun die Bestandteile sowohl des Kalis als auch die des Wassers enthält.



Beim Auflösen von Kali in Wasser verbindet sich jenes also zuerst chemisch mit einem Teil des Wassers zu (ternärem) Kaliumhydrat, welches sich dann in dem überschüssigen Wasser löst.

Kaliumhydrat oder **Kaliumhydroxyd** (Ätzkali) ist in Wasser sehr leicht löslich. Die Lösung bläut rotes Lackmus und bräunt Curcuma, wirkt ätzend (zerstörend) auf organische (besonders tierische) Substanzen (Fig. 48).

In ähnlicher Weise entsteht durch Übergießen von Kalk (gebranntem Kalk) mit Wasser festes, pulverförmiges Calciumhydrat unter starker Erwärmung (Fig. 49).



Calciumhydrat oder **Calciumhydroxyd** (Ätzkalk) ist weniger leicht löslich in Wasser; es bildet in wenig Wasser einen Brei (Kalk-

brei), mit mehr Wasser eine Milch (Kalkmilch), mit noch mehr Wasser eine klare Lösung (Kalkwasser, Fig. 50); letzteres schmeckt schwach ätzend, bläut rotes Lackmus und bräunt Curcuma.

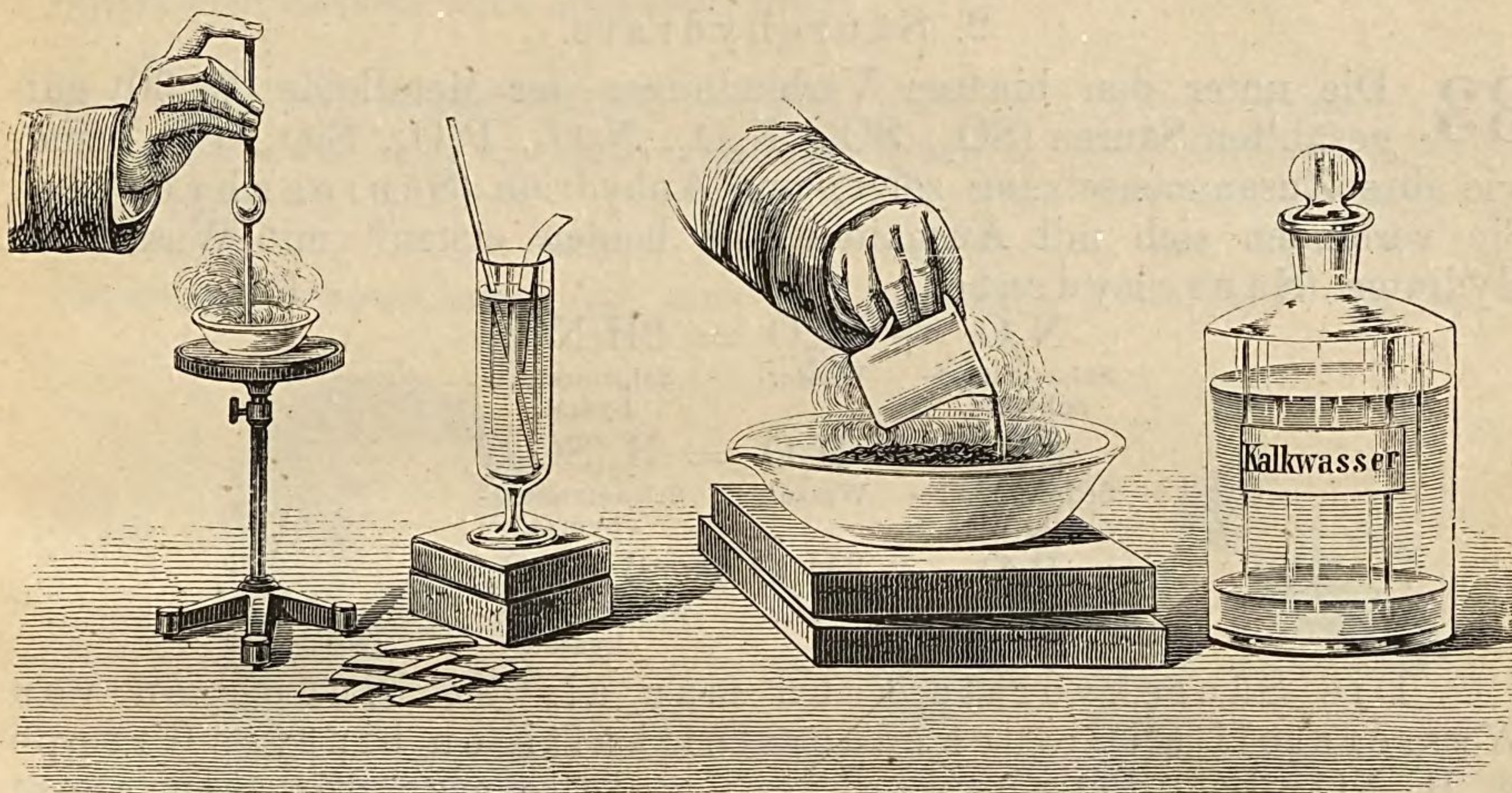


Fig. 47. Kaliumhydrat.

Fig. 49. Calciumhydrat.

Fig. 50.

Direkte Hydratbildung (d. h. durch unmittelbare Einwirkung von Wasser) tritt ferner unter mehr oder weniger starker Wärmeentwicklung bei Natron, Baryt und Strontian ein. Die Oxyde des Aluminiums und Magnesiums dagegen, sowie die der schweren Metalle, verbinden sich auf direktem Wege entweder gar nicht oder nur nach sehr langer Berührung mit Wasser; auf indirektem Wege aber (durch Zersetzung der Salze) entstehen auch diese Hydrate (mit einigen Ausnahmen) leicht.

Zur besseren Unterscheidung von den Hydraten nennt man die Oxyde, aus denen sie entstehen, Anhydride.

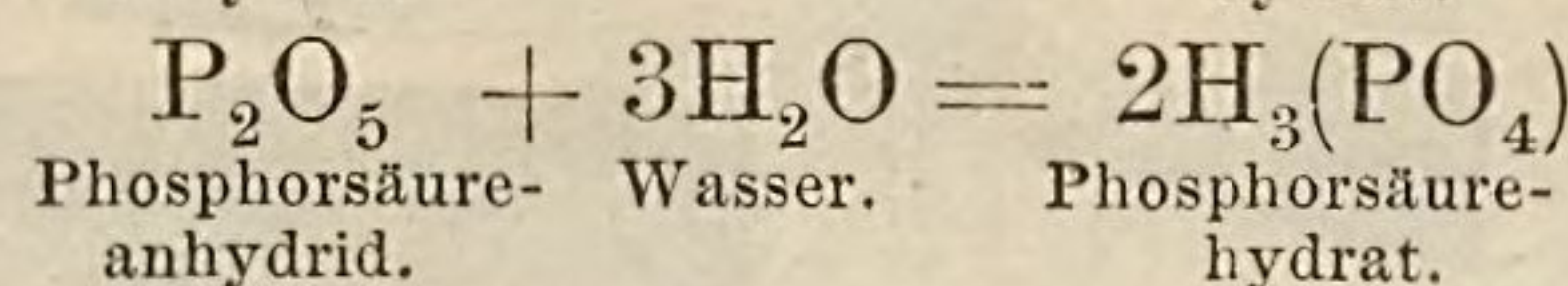
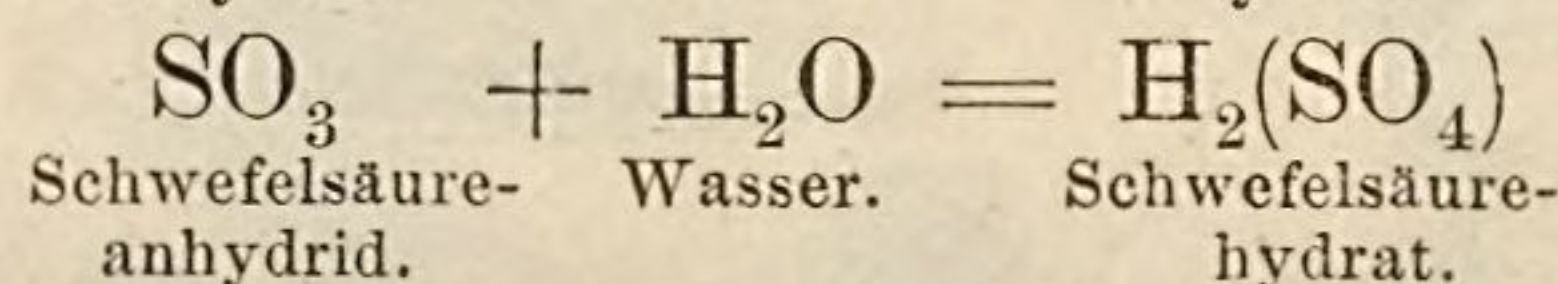
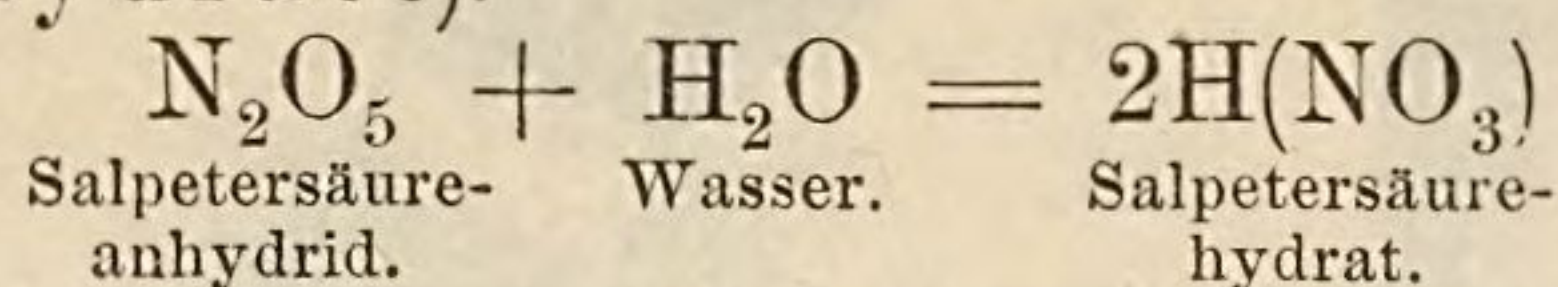
Formeln einiger basischen Hydrate oder Hydroxyde, zusammengestellt mit den betreffenden Anhydriden.

Hydrate.		Anhydride.	
Namen.	Formel.	Namen.	Formel.
Kaliumhydroxyd	$K(OH)$	Kali	K_2O
Natriumhydroxyd	$Na(OH)$	Natron	Na_2O
Calciumhydroxyd	$Ca(OH)_2$	Kalk	CaO
Magnesiumhydroxyd	$Mg(OH)_2$	Magnesia	MgO
Aluminiumhydroxyd	$Al_2(OH)_6$	Thonerde	Al_2O_3
Eisenhydroxydul	$Fe(OH)_2$	Eisenoxydul	FeO
Eisenhydroxyd	$Fe_2(OH)_6$	Eisenoxyd	Fe_2O_3
Zinkhydroxyd	$Zn(OH)_2$	Zinkoxyd	ZnO
Bleihydroxyd	$Pb(OH)_2$	Bleioxyd	PbO
Kupferhydroxyd	$Cu(OH)_2$	Kupferoxyd	CuO

Die basischen Hydrate oder Metallhydroxyde kann man als Verbindungen eines Metalls mit der Atomgruppe (OH), welche „Hydroxyl“ genannt wird, betrachten.

2. Säurehydrate.

33. Die unter den binären Verbindungen der Metalloide (S. 30) aufgezählten Säuren (SO_2 , SO_3 , N_2O_3 , N_2O_5 , P_2O_5 , SiO_2 , CO_2) sind, wie ihre Zusammensetzung zeigt, nur Anhydride (Säureanhydride). Sie verbinden sich mit Ausnahme der beiden ersten* mit Wasser zu Hydraten (Säurehydrate).



Die Säurehydrate kann man als Verbindungen von Wasserstoff mit einer sauerstoffhaltigen binären Gruppe (z. B. NO_3 , SO_4 , PO_4) betrachten, welche man den Säurerest nennt. Je nachdem dieser Säurerest mit nur zwei oder drei Atomen H verbunden ist, nennt man die Säurehydrate mono-, di- oder trihydrische Säuren.

An die Reihe der Säurehydrate schließen sich ganz unmittelbar auch die sogenannten Wasserstoffsäuren oder Hydrosäuren (S. 22):

Chlorwasserstoff HCl,
Bromwasserstoff HBr,
Jodwasserstoff HJ,
Fluorwasserstoff HF

Formeln der wichtigsten hydrischen Säuren mit deren Anhydriden zusammengestellt.

Hydrische Säuren.		Anhydride.	
Namen.	Formel.	Namen.	Formel.
Chlorwasserstoff	HCl	—	—
Unterchlorigsäurehydrat	H(ClO)	Unterchlorigsäureanhydrid	Cl_2O
Chlorsäurehydrat	H(ClO ₃)	Chlorsäureanhydrid	Cl_2O_5^*
Salpetersäurehydrat	H(NO ₃)	Salpetersäureanhydrid	N_2O_5
Schwefelsäurehydrat	H ₂ (SO ₃)	Schwefelsäureanhydrid	SO_3
Borsäurehydrat	H ₃ (BO ₄)	Borsäureanhydrid	B_2O_3
Phosphorsäurehydrat	H ₃ (PO ₄)	Phosphorsäureanhydrid	$\text{P}_2\text{O}_5^{**}$

* Das Chlorsäureanhydrid ist in freiem Zustand nicht bekannt.
** Das Phosphorsäurehydrat $\text{H}_3(\text{PO}_4)$ bildet sich aus dem Phosphorsäureanhydrid P_2O_5 erst durch längeres Kochen der Lösung.

* SO_2 und CO_2 gehen nur bei sehr niedriger Temperatur oder unter starkem Druck Verbindungen mit Wasser ein.

an, welche sich von den obigen Hydraten nur dadurch unterscheiden, daß der Wasserstoff hier mit keinem sauerstoffhaltigen Atomkomplex, sondern mit einem Halogen verbunden ist. Diese vier Säuren sind monohydrisch.

34. Schwefelsäurehydrat $\text{H}_2(\text{SO}_4)$, auch Vitriolöl genannt, bildet sich aus dem Schwefelsäureanhydrid SO_3 beim Auflösen desselben in Wasser [T. § 128c], wird aber fabrikmässig auf andre Weise (aus schwefliger Säure) in großen Mengen dargestellt. Die käufliche (konzentrierte) Schwefelsäure ist eine farblose, ölige Flüssigkeit vom sp. G.

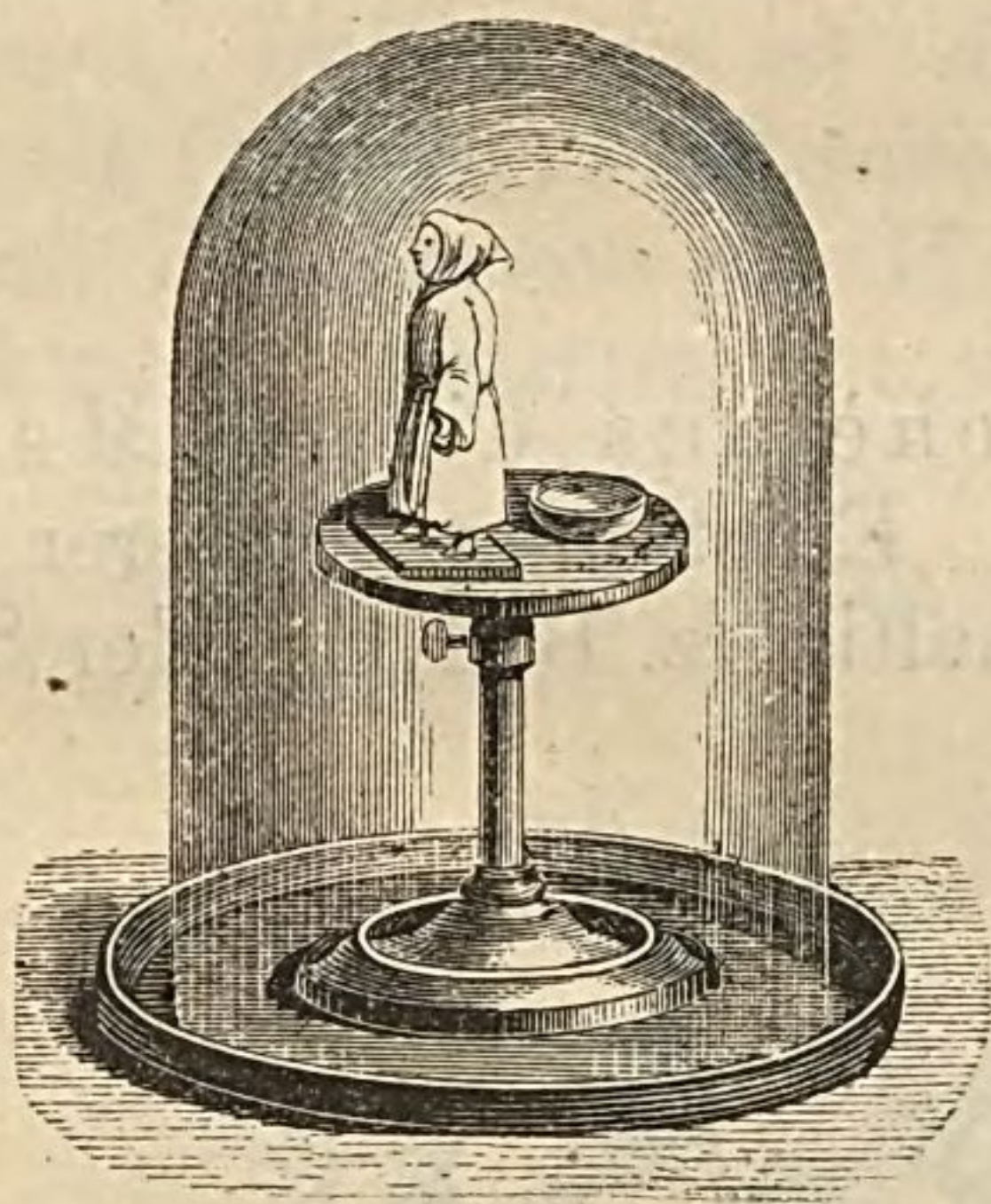


Fig. 51.



Fig. 52.

Schwefelsäurehydrat und Wasser.

1,82, destilliert bei 326° ohne Zersetzung; sie ist außerordentlich hygroskopisch und zieht aus feuchter Luft begierig Wasserdampf an, wodurch diese ausgetrocknet wird (Fig. 51). Beim Mischen mit Wasser erhitzt sie sich stark (Fig. 52). Sie ist eine sehr starke Säure und findet deshalb ausgedehnte Anwendung. Sie zerstört organische Stoffe unter Schwärzung derselben rasch, weshalb bei ihrer Benutzung große Vorsicht nötig ist.

Die rauchende Schwefelsäure oder das Nordhäuser Vitriolöl ist eine Auflösung von SO_3 in Schwefelsäurehydrat, also $\text{H}_2(\text{SO}_4) + x\text{SO}_3$.

Salpetersäurehydrat $\text{H}(\text{NO}_3)$. Die käufliche (konzentrierte) Salpetersäure ist eine ziemlich konzentrierte Lösung des Salpetersäurehydrats in Wasser. Farblose, eigentümlich riechende Flüssigkeit. Siedep. 86° . Sp. G. 1,522; gehört zu den stärksten Säuren und zerstört Pflanzen- und Tierstoffe rasch, wobei letztere zuvor gelb werden. Die verdünnte Lösung schmeckt scharf sauer und rötet Lackmus.

Phosphorsäurehydrat (Orthophosphorsäure) $\text{H}_3(\text{PO}_4)$, auch gewöhnliche Phosphorsäure genannt, in Wasser sehr leicht löslich, von scharf saurem Geschmack; rötet Lackmus stark. Sie ist ein nie fehlender Bestandteil der organischen Wesen und zur Entwicklung derselben unentbehrlich. Bei den Pflanzen findet sie sich besonders in den Samen, bei den Tieren im Knochengestüst.

Salzsäure (wässrige Salzsäure), eine mehr oder weniger gesättigte Lösung von Chlorwasserstoffgas HCl (s. S. 22) in Wasser; farblose, an der Luft rauchende, stechend riechende Flüssigkeit von sehr saurem Geschmack; Lackmus stark rötend. — Die käufliche (rohe) Salzsäure ist durch Eisenchlorid stark gelb gefärbt. Sie wird aus dem Kochsalz durch Zersetzung desselben mit Schwefelsäure dargestellt (daher der Name).

XI. Salze.

35. Salze sind Verbindungen, welche aus einem Metall und einem Säurerest bestehen. Entsteht letzterer dem Hydrat einer Oxysäure, ist er also sauerstoffhaltig (z. B. NO_3 oder SO_4),



Fig. 53.



Fig. 54.

Einwirkung von Säuren auf Hydroxyde.

so entstehen Sauerstoff- oder Oxysalze; entstammt er einer Wasserstoffsäure, ist er also ein Halogen, so entstehen Haloidsalze (Chloride, Bromide, Jodide; s. S. 21 u. 22).

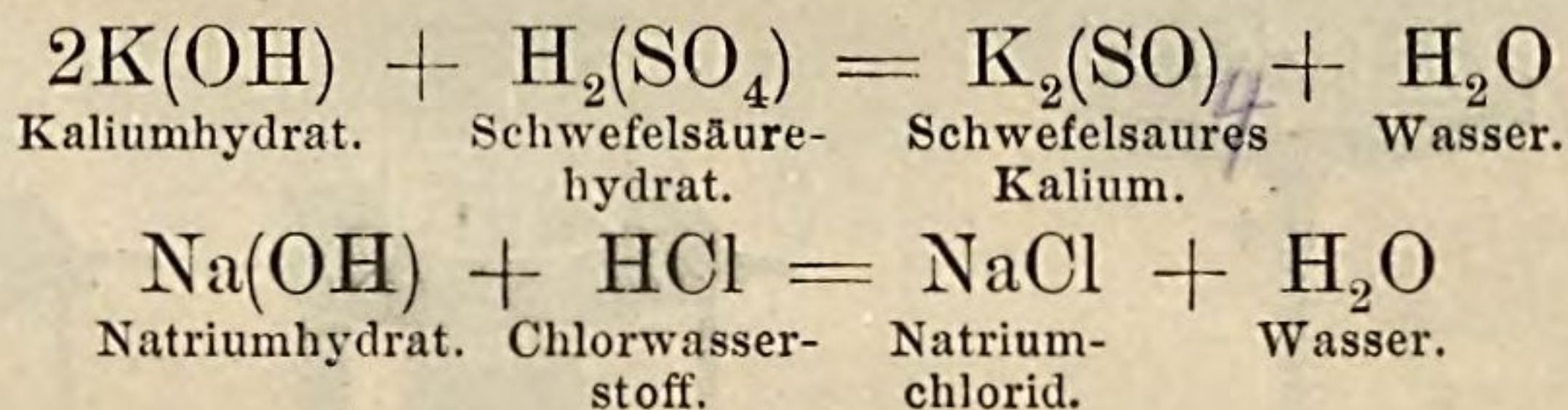
Salze können sich bilden: 1. durch Einwirkung von Säuren auf Metalloxyde oder Metallhydrate, welche in diesem Falle Basen genannt werden; oder 2. durch Einwirkung von Säuren auf Metalle.

1. Darstellung von Salzen aus Säuren und Basen.

Übergießt man in einem Becherglas Kaliumhydrat mit Schwefelsäure, und in einem andern Natriumhydrat mit wässriger

Salzsäure (Fig. 53), so findet in beiden Fällen unter starker Wärmeentwicklung heftige Reaktion statt. Verdünnt man dann mit Wasser und fährt mit dem Säurezusatz unter stetem Umrühren allmählich fort (Fig. 54), so läßt sich ein Punkt erreichen, bei welchem die Flüssigkeit weder auf blaues, noch auf rotes Lackmuspapier mehr einwirkt, also neutral ist (Neutralisieren von Kali oder Natron durch Säuren). Die Flüssigkeit schmeckt dann weder ätzend noch sauer und hinterläßt beim Abdampfen eine weiße kristallinische, salzartige Masse [T. § 131 u. 136].

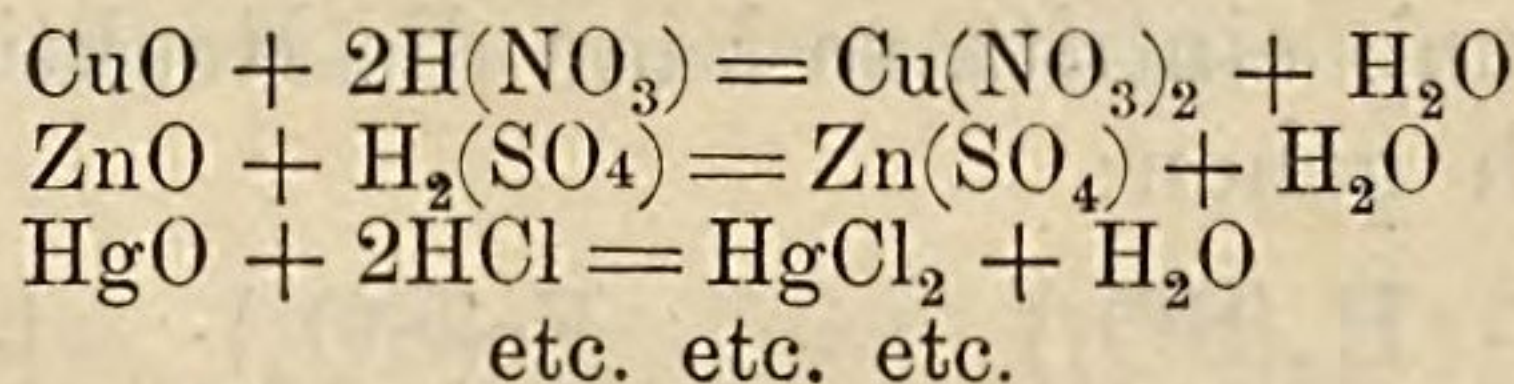
Diese neu entstandenen Verbindungen werden Salze genannt, und zwar ist das aus Schwefelsäure und Kali entstandene Salz ein Oxy Salz (schwefelsaures Kalium), das aus Salzsäure und Natriumhydrat entstandene ein Haloidsalz (Chlornatrium oder Natriumchlorid, Kochsalz). Letzteres ist identisch mit dem durch direkte Einwirkung von Chlor auf Natrium sich bildenden Natriumchlorid. Die Bildung dieser Salze erfolgt unter Austausch von Metall gegen Wasserstoff nach den Gleichungen:



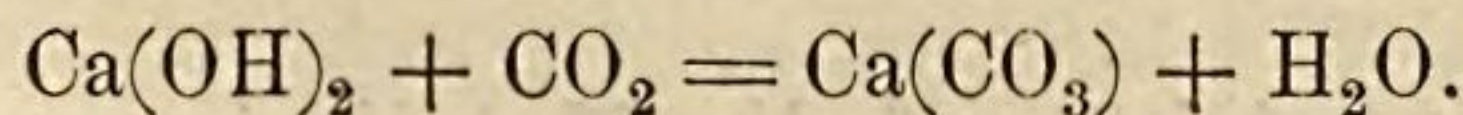
also in beiden Fällen unter Bildung und Abscheidung von Wasser.

36. Wendet man statt der Metallhydrate die wasserfreien Oxyde an, so bilden sich ebenfalls Salze, was sich besonders leicht an den Oxyden der schweren Metalle zeigen läßt. Diese sind für sich in Wasser unlöslich, lösen sich aber der Mehrzahl nach in verdünnter Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure auf, wenn man sie damit übergießt und gelinde erwärmt.

Man erhält farblose oder gefärbte Lösungen, aus denen, wenn nicht zu wenig Oxyd aufgelöst wurde, die Salze beim Erkalten auskristallisieren. Diese Versuche lassen sich leicht mit Kupferoxyd, Eisenoxyd, Zinkoxyd, Quecksilberoxyd etc. und den genannten Säuren ausführen. Die Reaktionen vollziehen sich in diesem Falle in Gemäfsheit der folgenden Gleichungen:



Umgekehrt können Salze auch durch Einwirkung von Säureanhydriden auf Metallhydrate entstehen, z. B. durch Einwirkung von Kohlensäure auf festes (etwas feuchtes) Calciumhydrat, wobei sich unter starker Erwärmung und Abscheidung reichlicher Mengen von Wasserdampf kohlensaures Calcium bildet:



Dieser Prozeß findet immer statt, wenn in frisch mit Mörtel geputzten Wohnungen Kohlensäure (durch Atmung) entwickelt wird. Die Wände werden dann, selbst wenn sie zuvor völlig ausgetrocknet waren, durch Abscheidung des Hydratwassers wieder feucht. Man beugt diesem Übelstande vor, indem man in der Wohnung vor dem Beziehen durch Verbrennung von Holzkohlen oder Koks in gut ziehenden Windöfen, oder durch zahlreiche Gasflammen längere Zeit hindurch Kohlensäure entwickelt, natürlich bei geschlossenen Fenstern und Thüren.

2. Darstellung von Salzen aus Säuren und Metallen.

37. Dieselben Salze entstehen auch, wenn man statt der Oxyde oder Hydroxyde die Metalle selbst mit den betreffenden Säuren behandelt, doch gelingt dies nicht in allen Fällen. Es lösen sich in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure: die Metalle der Kalium-, Calcium-, Magnesium-, Aluminium- und Eisengruppe, und von den übrigen nur das Cadmium und das Zinn (letzteres nur in warmer verdünnter Salzsäure), die übrigen nicht.

Die Auflösung wird dadurch bewirkt, daß man die Metalle in Bechergläsern mit den Säuren übergießt und, wenn nötig, etwas erwärmt (Fig. 55—58). Die Lösungen werden dann filtriert und etwas eingedampft, wonach die Salze beim Abkühlen in der Regel heraus kristallisieren [T. § 149].

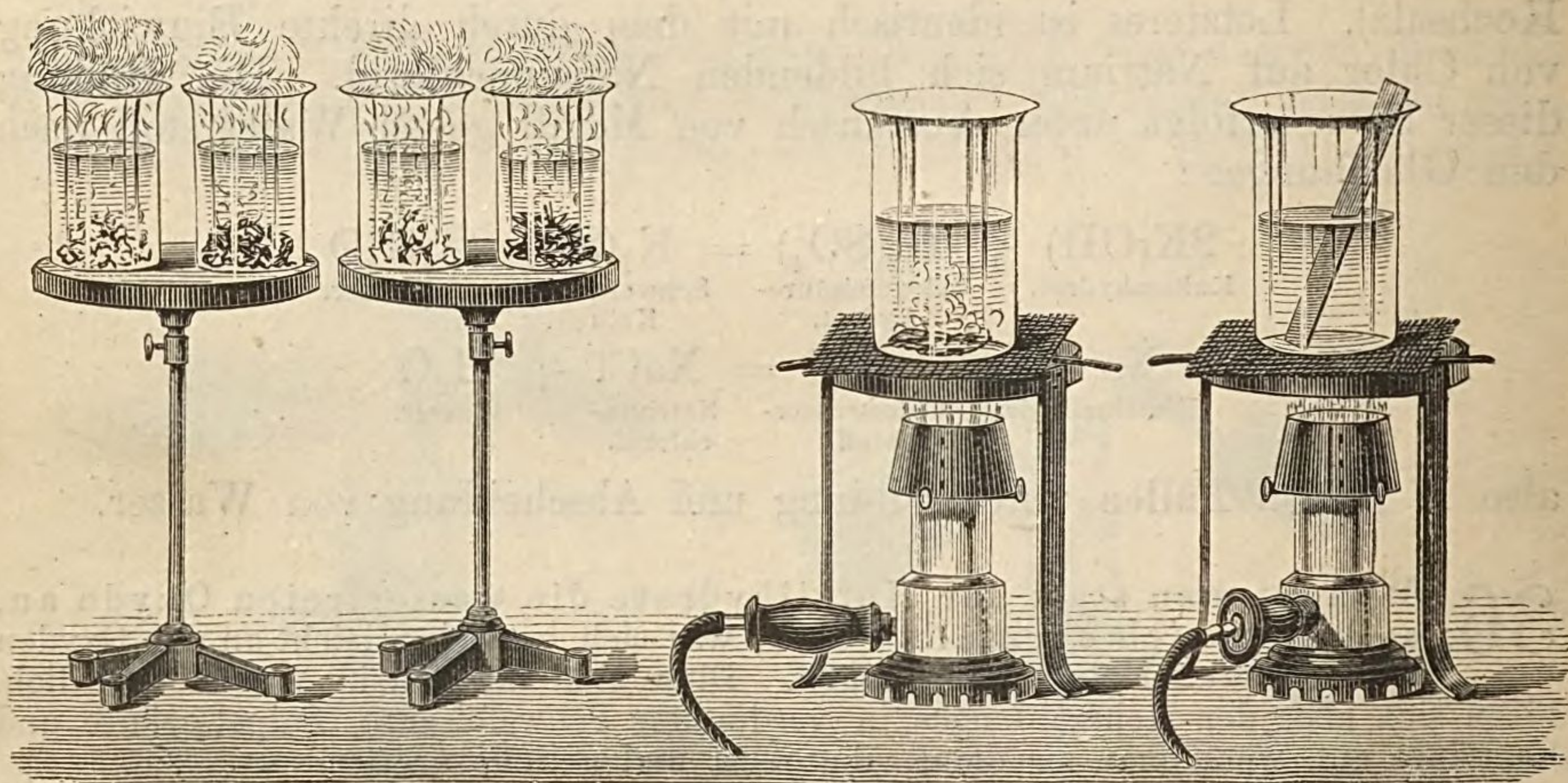


Fig. 55.

Fig. 56.

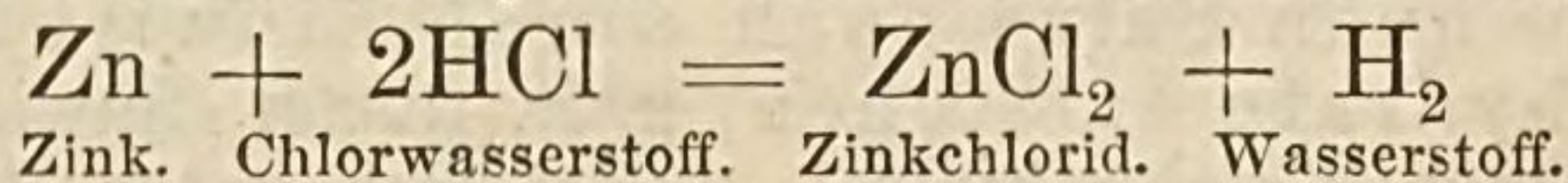
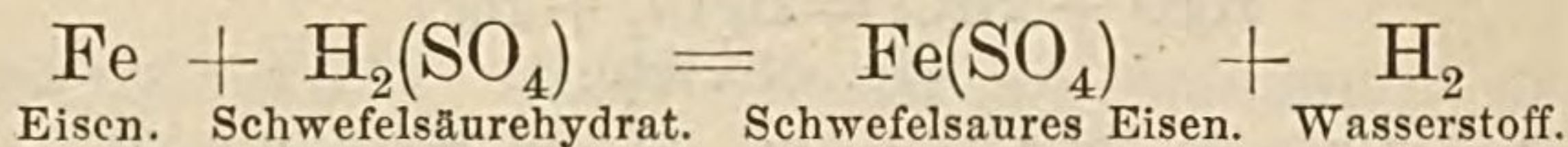
Fig. 57.

Fig. 58.

Einwirkung v. Salz- u. Schwefelsäure auf Eisen u. Zink.

Einwirk. v. Salz- u. Schwefelsäure auf Zinn u. Kupfer.

Da beim Auflösen der Metalle in Schwefelsäure und Salzsäure Wasserstoffentwicklung eintritt, so kann die Reaktion nur nach folgenden Gleichungen vor sich gehen:



etc. etc. etc.

38. Salpetersäure wirkt auf die Metalle in andrer Weise ein, indem sich kein Wasserstoff, sondern stark rot gefärbte übelriechende Dämpfe entwickeln. Die Salpetersäure wirkt mit ungleich größerer Energie auf die Metalle ein und zwar nicht nur auf die obengenannten, sondern auf alle, mit Ausnahme von Gold und Platin, welche dadurch nicht angegriffen werden.

Übergießt man in Bechergläsern Zink, Eisen, Zinn, Kupfer, Quecksilber, Silber mit mäßig konzentrierter Salpetersäure, so tritt stürmisches Aufbrausen ein, und mächtige Ströme roter Dämpfe entweichen (Fig. 59). Die Lösungen enthalten dann die salpetersauren Salze der betreffenden Metalle. Eine Ausnahme hiervon macht nur das Zinn, welches sich in der Salpetersäure nicht löst, sondern nur in Zinnoxid verwandelt [T. § 183b]. Die Entwicklung der roten Dämpfe

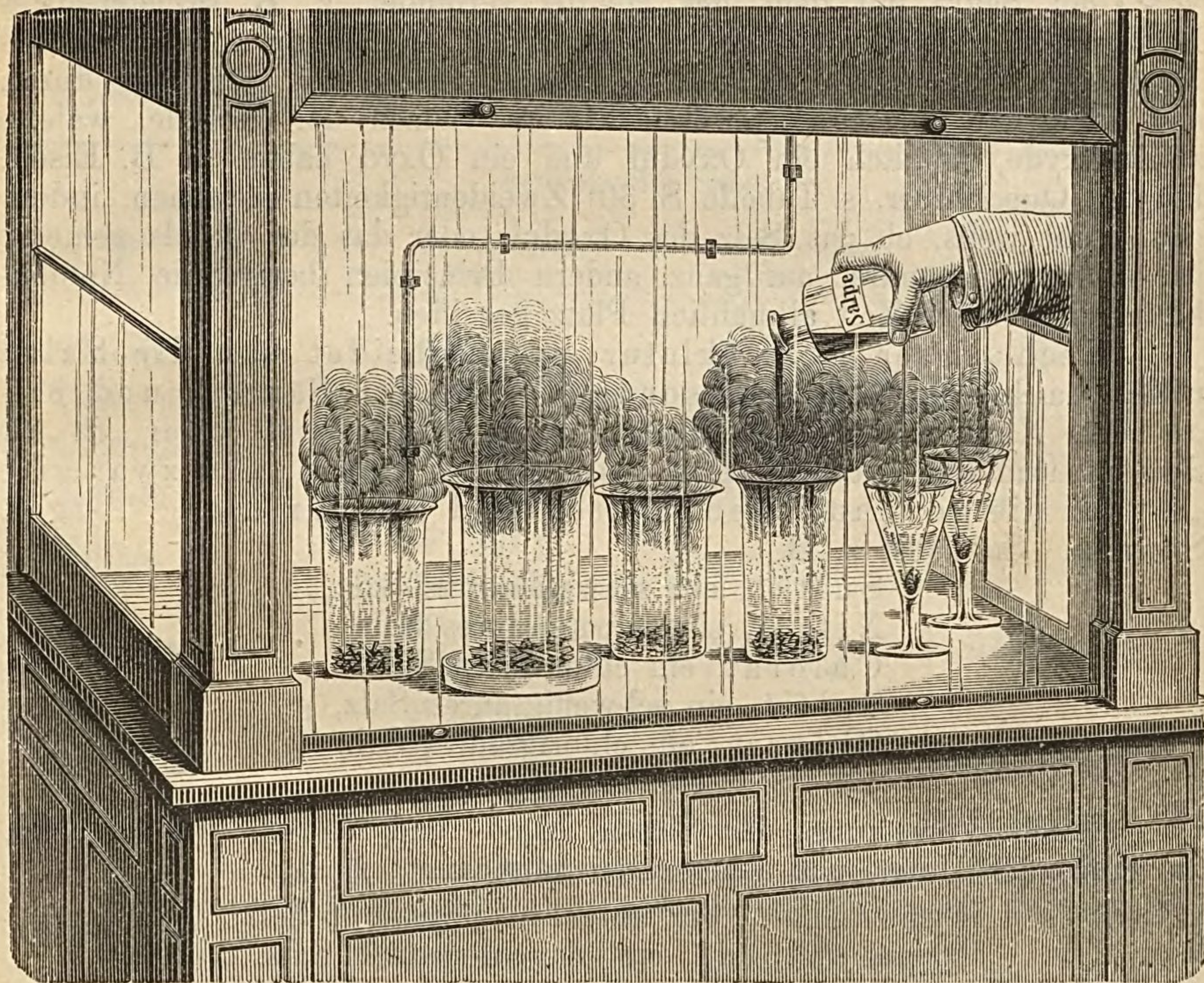


Fig. 59.
Einwirkung von Salpetersäure auf Metalle.

beruht darauf, daß die Salpetersäure einen Teil ihres Sauerstoffs abgibt und sich dabei zu den niederen Oxyden des Stickstoffs NO_2 , N_2O_3 , NO und N_2O reduziert.

Weil die Salpetersäure Silber, nicht aber Gold auflöst, so können Legierungen von Gold und Silber dadurch geschieden werden; deshalb hat die Salpetersäure den Namen Scheidewasser erhalten. Mischt man sie mit Salzsäure, so entsteht Königswasser; welches auch Gold und Platin auflöst.

XII. Nomenklatur der Salze.

39. Die Benennung der Salze geschieht dadurch, daß man den Namen der Säure mit dem des Metalls verbindet, z. B. salpetersaures Natrium, schwefelsaures Kalium, phosphorsaures Calcium, schwefligsaures Magnesium, chlorsaures Kalium, borsaures Eisen etc. Da aber durch eine derartige Bezeichnungsweise bei den Salzen der Metalle, welche zwei Oxyde, nämlich ein Oxydul und ein Oxyd haben (z. B. Eisen, Kupfer, Quecksilber, s. Tabelle S. 30) Zweideutigkeiten entstehen, indem man nicht weiß, ob das Salz des Oxyduls oder das des Oxyds gemeint ist, so hat eine andre, auf ganz andern Prinzipien beruhende Nomenklatur in neuerer Zeit allmählich Platz gegriffen.

Nach dieser Nomenklatur unterscheidet man die Salze nicht nach den Metallen, sondern nach den Säuren, und bildet den Namen durch Anhängung der Silbe „at“ oder „it“ an den Stamm des lateinischen Namens der Säure, und zwar gilt „at“ für die gewöhnlichen Säuren und „it“ für die . . . -igen Säuren. So heißt z. B.

Sulfat, ein schwefelsaures Salz,
Nitrat, ein salpetersaures Salz,
Chlorat, ein chlorsaures Salz,
Sulfit, ein schwefligsaures Salz,
Chlorit, ein chlorigsaures Salz
etc. etc. etc.

Durch Vorsetzung der Silben *Hypo-* und *Hyper-* werden noch die Salze der Unter- und Übersäuren bezeichnet; z. B.

Hyposulfit, ein unterschweifligsaures Salz,
Hyperchlorat, ein überchlorsaures Salz.

Der Name wird dann durch Vorsetzen des Metallnamens vervollständigt, und zwar nimmt man den deutschen Namen, wenn das Metall nur ein Oxyd besitzt, z. B.

Zinksulfat, Bleisulfat, Silbernitrat;
sind aber Oxydul- und Oxydsalze zu unterscheiden, so gebraucht man den lateinischen Namen des Metalls, indem man für die Oxydsalze den Buchstaben *i*, für die Oxydulsalze den Buchstaben *o* an den Stamm des Namens hängt, z. B.

Ferrisulfat und Ferrosulfat,
Cupricarbonat und Cuprocarbonat,
Mercurinitrat und Mercuronitrat.

Die Haloidsalze werden ihrer Zusammensetzung entsprechend Chloride bez. Chlorüre, Bromide etc. genannt.

Da die Säuren verschiedenen Wasserstoffgehalt besitzen, so können sie an dessen Stelle auch eine verschiedene Zahl von

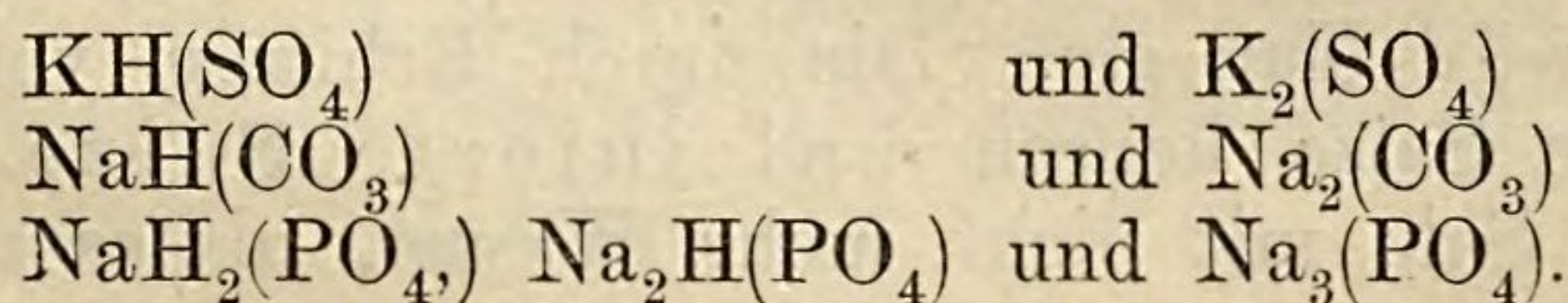
Metallatomen binden, und zwar die monohydrischen nur ein, die dihydrischen zwei, die trihydrischen drei Atome eines einwertigen Metalls etc. Hiernach heißen diese Säuren auch einbasische, zweibasische, dreibasische Säuren, weil die monohydrischen Säuren nur ein Molekül einer einwertigen Base, die dihydrischen zwei, die trihydrischen drei Moleküle etc. neutralisieren können.

*Benennung und Formeln einiger Salze,
zusammengestellt mit den Säurehydraten, aus denen sie entstehen.*

Namen der Salze.	Formeln der Salze.		Formeln der Säuren.
	einwertiger* Metalle.	zweiwertiger* Metalle.	
Chloride	$M'Cl$	$M'Cl_2$	HCl
Chlorite	$M'ClO$	$M''(ClO)_2$	$HClO$
Chlorate	$M'(ClO_3)$	$M''(ClO_3)_2$	$H(ClO_3)$
Nitrate	$M'(NO_3)$	$M''(NO_3)_2$	$H(NO_3)$
Sulfate	$\left\{ \begin{array}{l} M'_2(SO_4) \\ M'H(SO_4) \end{array} \right.$	$\left\{ M''(SO_4) \right.$	$H_2(SO_4)$
Carbonate	$\left\{ \begin{array}{l} M'_2(CO_3) \\ M'H(CO_3) \end{array} \right.$	$\left\{ M''(CO_3) \right.$	$[H_2(CO_3)]^{**}$
Phosphate	$\left\{ \begin{array}{l} M'_3(PO_4) \\ M'_2H(PO_4) \\ M'H_2(PO_4) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{c} \\ \\ - \end{array} \right.$	$H_3(PO_4)$

* Einwertige Metalle (M') sind K, Na, Ag; sie vertreten 1 Atom H.
Zweiwertige Metalle (M'') sind Ca, Ba, Sr, Mg, Zn, Pb, Cu, Hg; sie vertreten 2 Atome H.
** Hypothetisches Hydrat, angenommen zur besseren Vergleichung mit den Formeln der Salze.
(Außerdem merke man Hypochlorite, Hyperchlorate, Bromate, Jodate, Phosphite, Chlorite, Arsenite, Arsenate, Antimonite, Antimonate, Borate, Silikate, Chromate, Manganate, Hypermanganate.)

Aus der Tabelle (S. 41) ergibt sich, daß die einbasischen Säuren sowohl mit einwertigen, als auch mit mehrwertigen Metallen nur eine Reihe von Salzen bilden können, die zwei- und dreibasischen dagegen können mit einwertigen Metallen zwei resp. drei Reihen von Salzen bilden, je nachdem ein, zwei oder drei Atome H durch Metall vertreten sind:



Salze 40. Die Benennung und Unterscheidung dieser Salze ist einigermaßen schwankend. Am meisten empfiehlt es sich, die ~~Metalle~~, in denen der Wasserstoff der Säure vollständig durch Metall ersetzt ist, normale oder neutrale zu nennen; die andern heißen dann saure, weil in ihnen der Charakter der Säure noch einigermaßen überwiegt. Den Grad der Acidität eines Salzes pflegt man noch durch Vorsetzung eines Zahlwortes: anderthalb- oder doppelt-, dreifach etc. zu bezeichnen, und zwar ist dieses Zahlwort so zu wählen, daß es das Verhältnis der Wasserstoffatome im Säurehydrat zu den Metallatomen im Salz ausdrückt.

$K_2(SO_4)$, neutrales oder normales schwefelsaures Kalium,
 $KH(SO_4)$, saures oder zweifach schwefelsaures Kalium,
 $Na_2(CO_3)$, neutrales oder normales kohlensaures Natrium,
 $NaH(CO_3)$, saures oder doppeltkohlensaures Natrium,
 $Na_3(PO_4)$, neutrales oder normales phosphorsaures Natrium,
 $Na_2H(PO_4)$, anderthalbphosphorsaures Natrium,
 $NaH_2(PO_4)$, dreifach phosphorsaures Natrium.

Dieselben Salze werden, wenn man die den lateinischen Namen entlehnte Nomenklatur benutzt, in der Weise unterschieden, daß man in die Namen der neutralen Salze statt zweifach, anderthalb, dreifach, die Silben di-, sesqui-, tri-einschiebt:

Kaliumdisulfat, Natriumdicarbonat,
 Natriumsesquiphosphat, Natriumtriphosphat etc.

XIII. Allgemeine Eigenschaften der Salze.

41. In Wasser sind die Salze entweder löslich oder unlöslich; brauchen sie zu ihrer Lösung wenig Wasser, so heißen sie leichtlöslich, brauchen sie viel Wasser, schwerlöslich. Die Löslichkeit nimmt im allgemeinen mit der Temperatur zu und erreicht für jeden Temperaturgrad ein Maximum, über welches hinaus kein Salz bei der Temperatur mehr aufgelöst wird. Solche Lösungen heißen gesättigte Lösungen. Sie scheiden beim Abkühlen entsprechende Mengen Salz aus. Die hierbei zurückbleibende Lösung ist stets gesättigt und heißt Mutterlauge.

Salzlösungen haben einen höheren Siedepunkt als Wasser [T. § 143].

Viele Salze verbinden sich, wenn sie sich aus einer Lösung in Form von Kristallen ausscheiden, mit Wasser (Kristallwasser), dessen Menge bei den verschiedenen Salzen sehr schwankend ist, und welches durch Erhitzen wieder abgeschieden werden kann. Dabei verlieren solche Salze ihre Kristallgestalt und ändern auch nicht selten ihre Farbe, z. B. blaues kristallisiertes Kupfersulfat wird weiß, rosa kristallisiertes Kobaltchlorür wird blau etc. Die durch Erhitzen von ihrem Kristallwasser befreiten Salze heißen kalcinierte Salze. Übergießt man ein kalciniertes Salz mit nicht mehr Wasser, als es zur Kristallisation

bedarf, so tritt in der Regel starke Erwärmung ein [T. § 145]. Wenn man aber kristallisierte Salze in Wasser löst, so entsteht eine mitunter sehr beträchtliche Abkühlung (Kältemischungen) [T. § 146].

XIV. Die wichtigsten Salze.

1. Chloride. *(wogare)*

42. Kochsalz oder **Chlornatrium** NaCl . Findet sich in der Natur in großen Mengen: 1 als Steinsalz in den Salzbergwerken von Wiliczka und Bochnia, Stassfurt bei Magdeburg, Berchtesgaden, Hall, Hallein, Hallstadt, Jaxtfeld, Wimpffen; 2. als Meersalz oder Seesalz; 3. als Soolsalz (Auflösung von Kochsalz aus unterirdischen Salzlagern); 4. als Steppen- oder Wüstensalz in einigen Gegenden Südrusslands.

Das Steinsalz wird bergmännisch gewonnen, das Meersalz durch Abdampfen des Meerwassers in flachen Gruben (Salzgärten, durch die Sonnenwärme) dargestellt; das Soolsalz durch künstliche Verdunstung, zuerst in Gradierwerken und dann in großen Pfannen, gewonnen.

Benutzung des Kochsalzes als Nahrungsmittel (wesentlicher Bestandteil des Bluts) und zur Sodafabrikation (s. Soda). Denaturiertes Salz ist Kochsalz, welches durch Beimengung verschiedener Substanzen zum Genuß untauglich gemacht wird (Viehsalz).

Das reine Chlornatrium kristallisiert in kleinen farblosen Würfeln, löst sich ziemlich leicht in Wasser und schmeckt rein salzig.

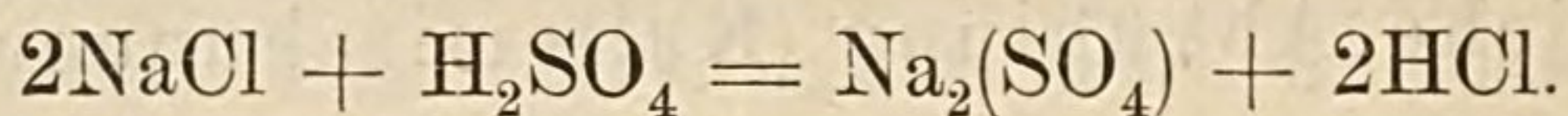
Chlorkalium KCl , dem Kochsalz sehr ähnlich; Geschmack salzig und dabei etwas bitterlich. *Sylvin $\infty 0,2, 0$; in Stassfurt.*

Chlorcalcium CaCl_2 , kristallisiert mit 6 Molekülen Wasser $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Das wasserfreie (kalcinierte) Salz ist außerordentlich hygroskopisch und zieht begierig Wasser aus der Luft an, so daß es bald feucht wird und zerfließt. Es wird deshalb zum Trocknen von Gasen benutzt. Das kristallisierte Salz löst sich unter starker Abkühlung in Wasser und gibt mit Schnee eine Temperaturerniedrigung bis 40° , wodurch man Quecksilber zum Gefrieren bringen kann [T. § 146].

2. Sulfate.

43. Glaubersalz oder **Natriumsulfat** $\text{Na}_2(\text{SO}_4)$ kristallisiert mit 10 Mol. Wasser $\text{Na}_2(\text{SO}_4) + 10\text{H}_2\text{O}$, was einem Wassergehalt von circa 56 p. z. entspricht; löst sich leicht in Wasser und schmeckt salzig und dabei sehr widerlich bitter; wirkt abführend, und wird deshalb als Arzneimittel benutzt. Löst man kristallisiertes Natriumsulfat unter gelindem Erwärmen in der gleichen Menge Wasser und läßt die Lösung langsam erkalten, so kristallisiert das Salz nicht; wirft man aber einen Kristall des festen Salzes hinein, so erstarrt die ganze Lösung momentan: Übersättigte Lösungen [T. § 140].

Das Natriumsulfat wird technisch gewonnen, indem man Kochsalz durch Schwefelsäure zersetzt.



Das hierbei frei werdende Chlorwasserstoffgas (Salzsäure) wird in Wasser aufgefangen und bildet die käufliche Salzsäure (Fig. 60) [T. § 165]. Die Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure tritt schon bei gewöhnlicher Temperatur ein und wird zuletzt durch Erwärmung vollendet. Der hierbei zurückbleibende Salzkuchen wird in Wasser gelöst und die Lösung durch Abdampfen zur Kristallisation gebracht.

Bittersalz oder **Magnesiumsulfat** $\text{Mg}(\text{SO}_4)$, kristallisiert mit 7 Mol. Wasser $\text{Mg}(\text{SO}_4) + 7\text{H}_2\text{O}$. Kleine, wasserhelle Kristalle von salzigbitterem Geschmack, mit abführender Wirkung. Ist ein Bestandteil vieler Mineralwässer (Bitterwässer), des Meerwassers, etc.

Gips oder **Calciumsulfat** $\text{Ca}(\text{SO}_4)$, kristallisiert mit 2 Mol. Wasser $\text{Ca}(\text{SO}_4) + 2\text{H}_2\text{O}$. Findet sich in der Natur in großen wasserhellen Kristallen als Marienglas, Fraueneis, Fasergips, Schaumgips, dichter Gips; verliert beim Erwärmen auf 120° — 130° sein Kristallwasser

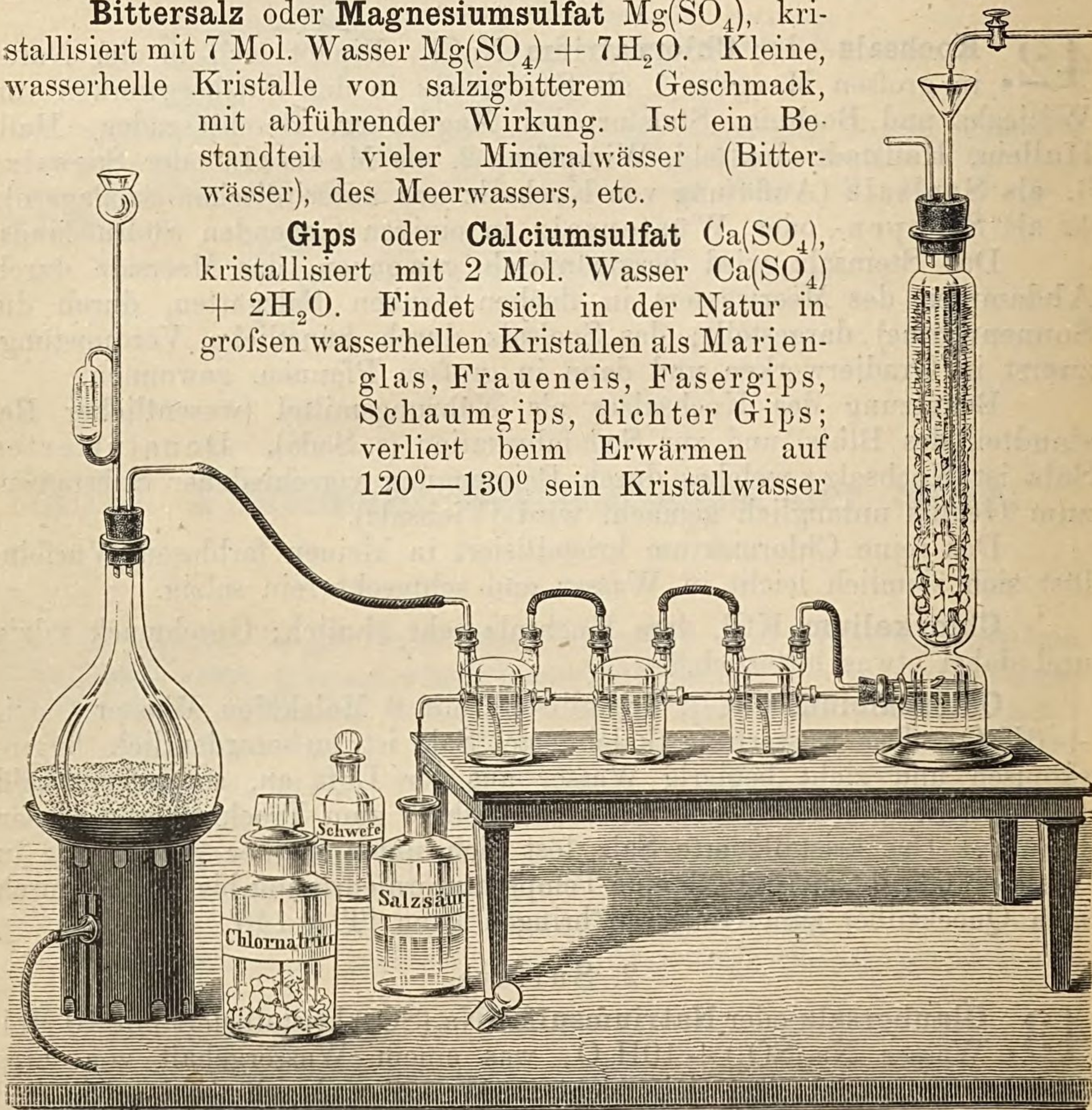


Fig. 60. Darstellung von Salzsäure.

(gebrannter Gips) und nimmt dasselbe nach Zusatz von Wasser wieder auf, wobei das Ganze zu einer festen Masse erstarrt, daher Benutzung zur Herstellung von Gipsabgüssen, Statuen, Stukkaturarbeiten Fußböden etc.

Eisenvitriol oder **Ferrosulfat** $\text{Fe}(\text{SO}_4)$, kristallisiert mit 7 Mol. Wasser $\text{Fe}(\text{SO}_4) + 7\text{H}_2\text{O}$. Wasserhelle, blaß bläulichgrüne Kristalle. Bildet sich durch Auflösen von Eisen oder Schwefeleisen in verdünnter Schwefelsäure; wird fabrikmäßig aus natürlichem Schwefeleisen (Eisenkies, Pyrit) dargestellt, indem man diesen an der Luft liegen läßt und wiederholt mit Wasser begießt, wobei das Mineral Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Dient in der Färberei zur Darstellung von Farben oder als Beize, sowie zur Desinfektion.

Kupfervitriol oder **Kupfersulfat** $\text{Cu}(\text{SO}_4)$, kristallisiert mit 5 Mol. Wasser $\text{Cu}(\text{SO}_4) + 5\text{H}_2\text{O}$. Schön blaue Kristalle von widerlichem, zusammenziehendem Geschmack. Giftig. Gibt bei gelindem Erwärmen sein Kristallwasser ab und zerfällt dabei zu einem weißen Pulver. Dient zur Darstellung blauer und grüner Malerfarben, in der Färberei und namentlich in der Galvanoplastik zum Verkupfern metallischer (eiserner) Gegenstände und zur Darstellung plastischer Bildwerke (Klischees, Statuen) nach Modellen [T. § 177]. Dies geschieht, indem

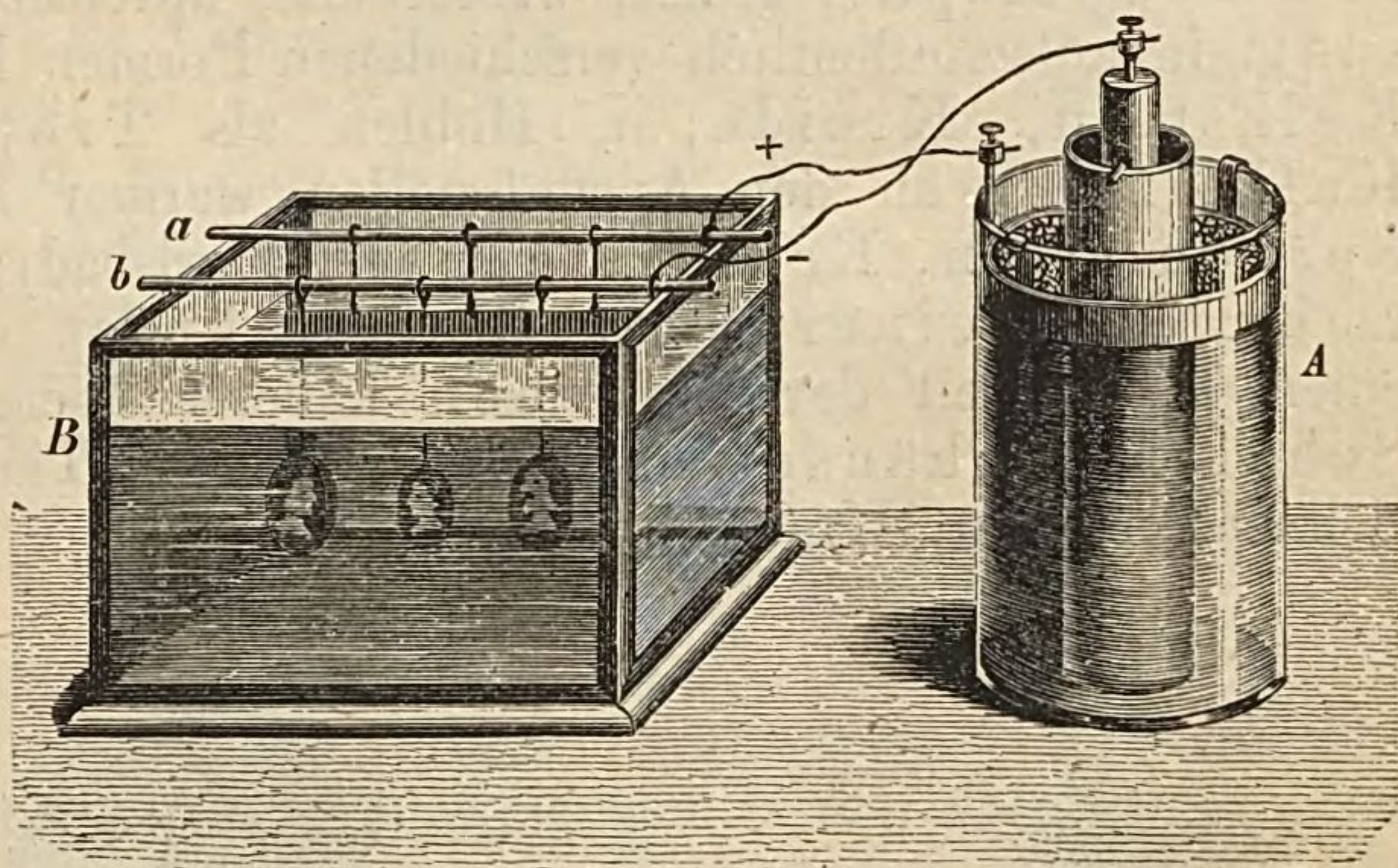


Fig. 61. Galvanoplastik.

man den zu verkupfernden Gegenstand mit dem negativen Pol einer galvanischen Batterie verbindet und in eine Lösung von Kupfervitriol hängt, während der positive Pol mit einer Kupferplatte verbunden wird, die man dem Gegenstand gegenüber in die Lösung eintaucht, so daß beide sich nicht berühren (Fig. 61).

3. Carbonate.

44. Pottasche oder **Kaliumcarbonat** $\text{K}_2(\text{CO}_3)$, findet sich in der Asche der Landpflanzen und kann daraus durch Auslaugen und Abdampfen gewonnen werden. Diese Fabrikationsweise hat aber in den mehr kultivierten Gegenden Europas aufgehört. Derbe, weiße, sehr hygroskopische Masse, welche an der Luft bald feucht wird und zu einer öligen Flüssigkeit zerfließt. Stark ätzend, Lackmus bläugend, Curcuma bräunend. — Benutzung zur Fabrikation von böhmischen Kristall- und englischem Flintglas, Schießpulver, Kalisalpeter, Blutlaugensalz, Kaliumhydrat.

Soda oder **Natriumcarbonat** $\text{Na}_2(\text{CO}_3)$, kristallisiert mit 10 Mol. Wasser $\text{Na}_2(\text{CO}_3) + 10\text{H}_2\text{O}$, was einem Wassergehalt von beinahe 63 p. z. entspricht. Grobe, wasserhelle, in Wasser leicht lösliche

Kristalle, wirkt stark ätzend, bläut Lackmus und bräunt Curcuma. Gewinnung aus den Aschen verschiedener Strand- und Seegewächse (Sodapflanzen), in weit größerem Masse aber aus Kochsalz. Dieses wird zuerst durch Schwefelsäure in Glaubersalz umgewandelt, und letzteres dann mit Kohle und Kreide geglüht (Le-Blanc'scher Sodafabrikationsprozess). Die Soda ist eins der wichtigsten Salze, welches in der Haushaltung und Technik vielfache Anwendung findet (Glasfabrikation, Seifenfabrikation, in der Papier- und Zeugbleiche und zum Waschen).

Kohlensaures Calcium oder **Calciumcarbonat** $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, kommt in der Natur in sehr verschiedenen Formen vor: Isländischer Spat oder Doppelspat, große, wasserhelle, durchsichtige Kristalle; Kalkspat, in außerordentlich verschiedenen Formen kristallisiert; Marmor, Kalkstein, Kreide; in Höhlen als Tropfstein, Kalktuff, Kalksinter; an den Ausflusstellen warmer kalkhaltiger Quellen als Sprudelstein, Erbsenstein (bei Karlsbad); und als Material zahlreicher Versteinerungen (Petrefakten). Im Tierreich bildet es einen Bestandteil der Knochen höherer Tiere, sowie die Panzer, Schalen, Gehäuse verschiedener niederer Tiere (Muscheln, Korallen, Schneckenhäuser, Krebssteine etc.).

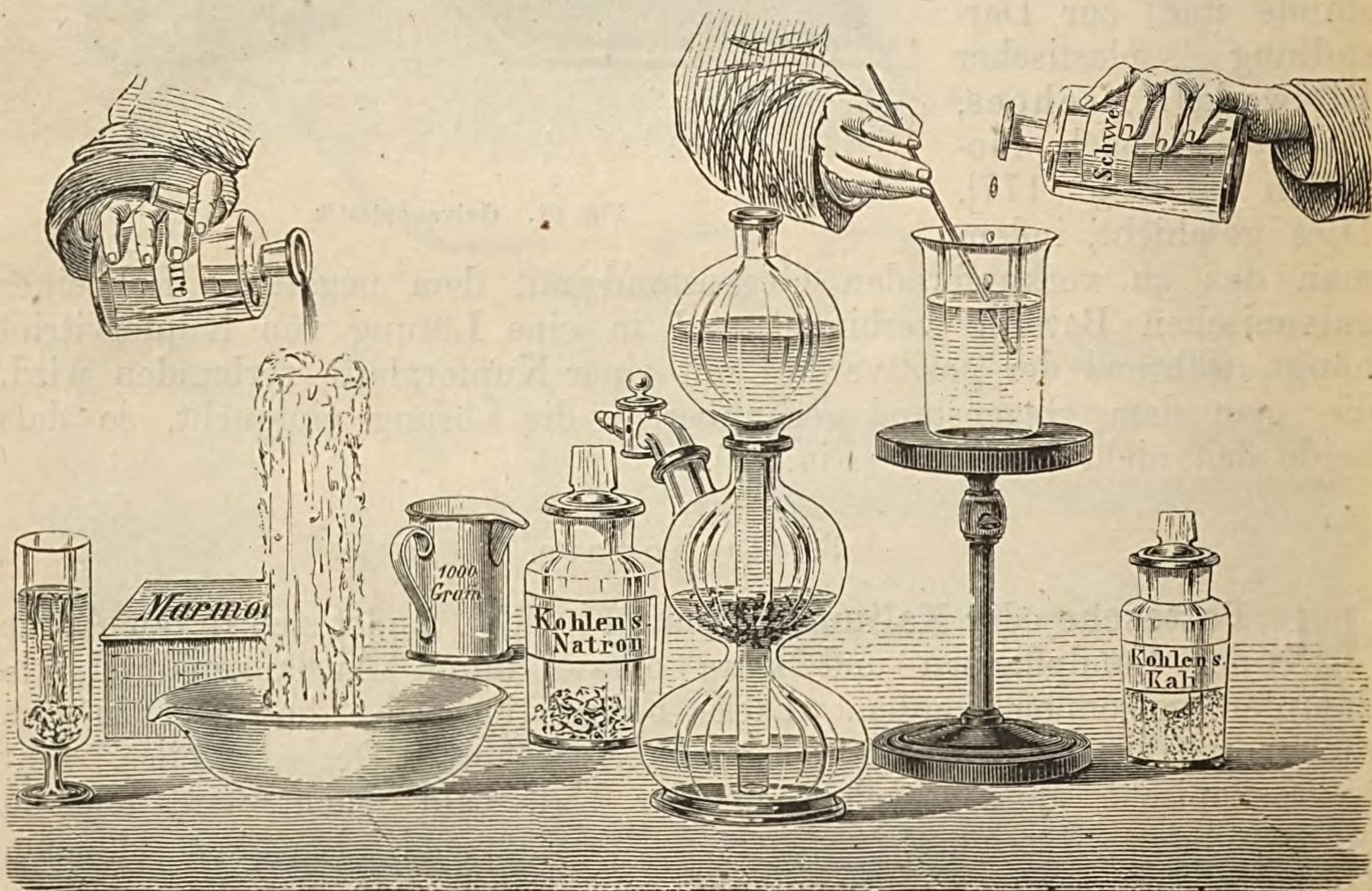


Fig. 62.

Fig. 63.

Fig. 64.

Fig. 65.

Zersetzung von Carbonaten durch Säuren.

Das Calciumcarbonat ist in reinem Wasser unlöslich, etwas löslich in kohlensäurehaltigem Wasser (als Dicarbonat), aus dem es sich beim Verdunsten (als Monocarbonat) wieder abscheidet. Auf diese Weise lösen

sich die natürlichen Kalksteine fortwährend durch die Einwirkung des kohlensäurehaltigen atmosphärischen Wassers (Höhlen in Kalkgebirgen).

Benutzung als Marmor in Architektur und Plastik; als Kalkstein in der Sodafabrikation und verschiedenen andern Prozessen der chemischen Industrie. Kreide dient als Schreibmaterial und Anstrichfarbe, Kalktuff zu Architekturanlagen in Gärten, der gebrannte Kalk dient, nachdem er gelöscht und mit Sand gemischt ist, als Mörtel. Dieser erhärtet mit der Zeit durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft.

Die Carbonate werden durch Säuren leicht zersetzt, wobei die Kohlensäure entweicht. Übergießt man Marmor in Bechergläsern mit verdünnter Salzsäure, so löst er sich unter fortdauerndem Aufbrausen allmählich zu Calciumchlorid (Fig. 62). Bringt man ein gelöstes Carbonat (Soda) in einem Cylinder rasch mit Salzsäure oder Schwefelsäure zusammen, so tritt sehr heftiges Aufschäumen der ganzen Masse ein (Fig. 63). Diese Reaktion dient zur Bereitung der Kohlensäure in Laboratorien, wozu man sich mit Vorteil des in Fig. 64 abgebildeten Apparats bedient. Werden Carbonate bei Gegenwart von sehr viel Wasser zersetzt, so findet kein Aufbrausen statt, weil die Kohlensäure in Wasser gelöst bleibt (Fig. 65).

4. Nitrate.

45. Salpeter heißen im allgemeinen die Nitrate, besonders die der Alkalien und alkalischen Erden: Kalisalpeter, Natronsalpeter, Kalksalpeter, Magnesiasalpeter. Sie bilden sich in der Natur, wo tierische Substanzen bei Gegenwart der Carbonate der genannten Basen in Fäulnis und Verwesung übergehen, ein Prozeß, der auch künstlich nachgeahmt und zur Darstellung von Salpeter benutzt wird (Salpeterplantagen). Technische Benutzung findet besonders der Kalisalpeter $K(NO_3)$ zur Pulver- und Glasfabrikation und in der Haushaltung zum Einpökeln des Fleisches; und der Natronsalpeter $Na(NO_3)$, auch Chilisalpeter genannt, welcher sich in großen Mengen in der jetzt chilenischen Provinz Tarapaca findet, als Düngemittel, sowie zur Darstellung der Salpetersäure.

Außerdem sind zu nennen:

Bleinitrat oder Bleisalpeter $Pb(NO_3)_2$. Weiße Kristalle; und Höllenstein, Silbernitrat oder Silbersalpeter $Ag(NO_3)$. Entweder kristallisiert in weißen Tafeln oder geschmolzen in Form von Stengelchen. Dient als Ätzmittel in der Chirurgie und findet ausgedehnte Benutzung in der Photographie zur Darstellung von lichtempfindlichen Platten.

Die Nitrate werden beim Erhitzen leicht zersetzt, wobei die Salpetersäure einen Teil ihres Sauerstoffs abgibt und sich zu salpetriger Säure oder zu Untersalpetersäure reduziert. Erhitzt man Salpeter in einem Kochfläschchen, (Fig. 66), so schmilzt er zuerst zu einer wasserhellen Flüssigkeit und entwickelt dann bei stärkerer Erhitzung Sauerstoff in kleinen Bläschen.

Kommt diese geschmolzene Masse mit brennbaren Körpern, z. B. Kohle oder Schwefel in Berührung, so entzünden sich letztere und verbrennen mit lebhaftem Glanz [T. § 186]. Wenn Bleinitrat in einer Retorte, welche mit einer, etwas durch Lackmus blaufärbtes Wasser enthaltenden Vorlage versehen ist, erhitzt wird (Fig. 67), so schmilzt das Salz unter Entwicklung dunkelroter Dämpfe (Untersalpetersäure), welche sich in Wasser kondensieren [T. § 153].

Auf dieser leichten Zersetzbarkeit der Nitate, besonders des Kaliumnitrats, beruht die Anwendung desselben zur Darstellung explosiver Gemenge (Mischungen aus Salpeter, Schwefel und Kohle), insbesondere des Schießpulvers.

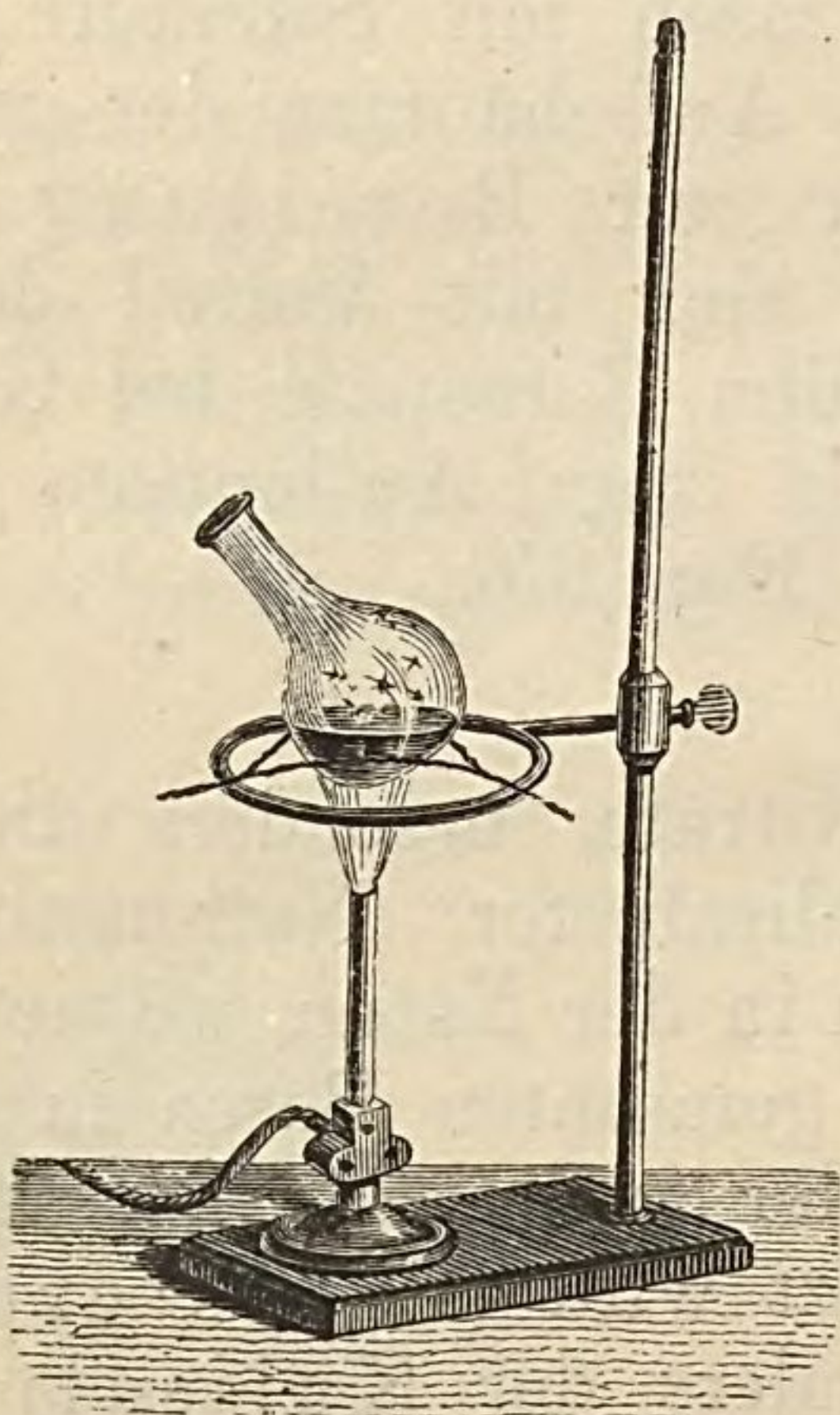


Fig. 66.

Einwirkung von geschmolzenem Salpeter auf Schwefel und Kohle.

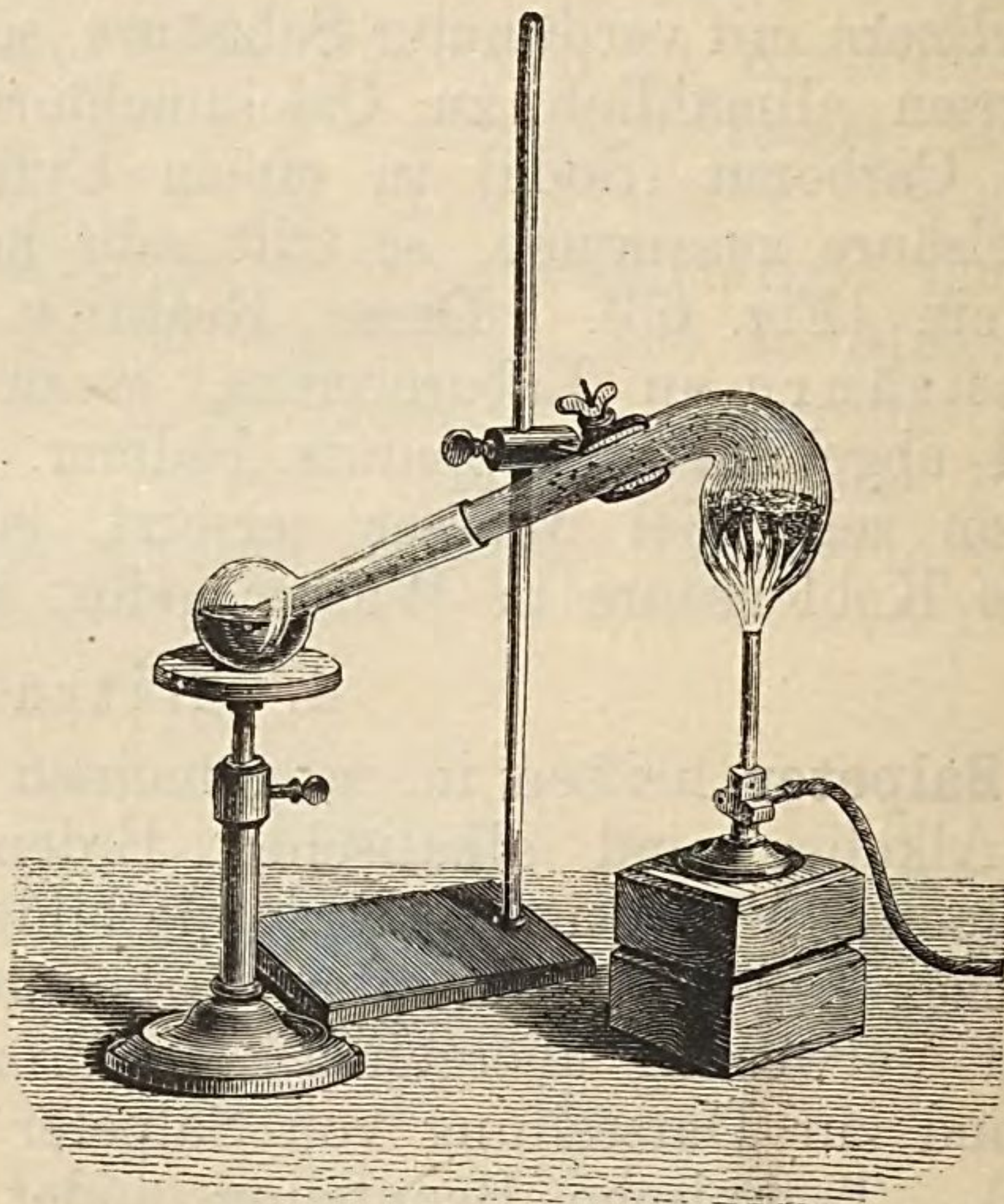


Fig. 67.

Zersetzung von Bleinitrat durch Hitze.

5. Silikate.

46. Die **Silikate** oder **kieselsauren Salze** sind in der Natur außerordentlich verbreitet. Sie bilden zahlreiche Mineralien, aus denen wiederum sehr viele Gesteine zusammengesetzt sind. Durch Verwitterung solcher (thonerdehaltiger) Gesteine entsteht der Thon (kieselsaure Thonerde oder Aluminiumsilikat), welcher vom Wasser fortgeschwemmt wird und sich entweder mit Sand gemischt als Ackererde ablagert, oder an geeigneten Lokalitäten die Thonlager bildet. Reiner Thon ist weiß (Kaolin) und dient zur Fabrikation des Porzellans, gelber (Eisenoxyd haltiger) Thon oder Lehm zur Darstellung ordinärer Thonwaren und zur Ziegelfabrikation.

Glas ist ein künstlich dargestelltes, gemischtes, amorphes Silikat, welches der Hauptsache nach aus kieselsaurem Kalium oder Natrium und kieselsaurem Calcium besteht, doch sehr verschiedene Zusätze erhält, wodurch mannigfache Färbungen erzeugt werden können.

Porzellan, ein durch Brennen hart und klingend gemachtes Gemenge aus reiner Porzellanerde (Kaolin), gemahlenem Quarz und kali- oder natronhaltigen Silikaten (Feldspat), welche letztere beim Brennen erweichen und die Poren der unschmelzbaren Porzellanerde ausfüllen, wodurch die Masse dicht wird. Die Glasur besteht aus einer leichter schmelzbaren Masse, welche beim zweiten Brennen flüssig wird und die Gegenstände mit einer glänzenden Schicht überzieht.

XV. Wasserstoffverbindungen oder Hydrüre.

47. Ausser den schon bekannten Wasserstoffverbindungen der Halogen- gruppe (Chlorwasserstoff) etc. und des Wassers verdienen noch die folgenden einer besondern Erwähnung.

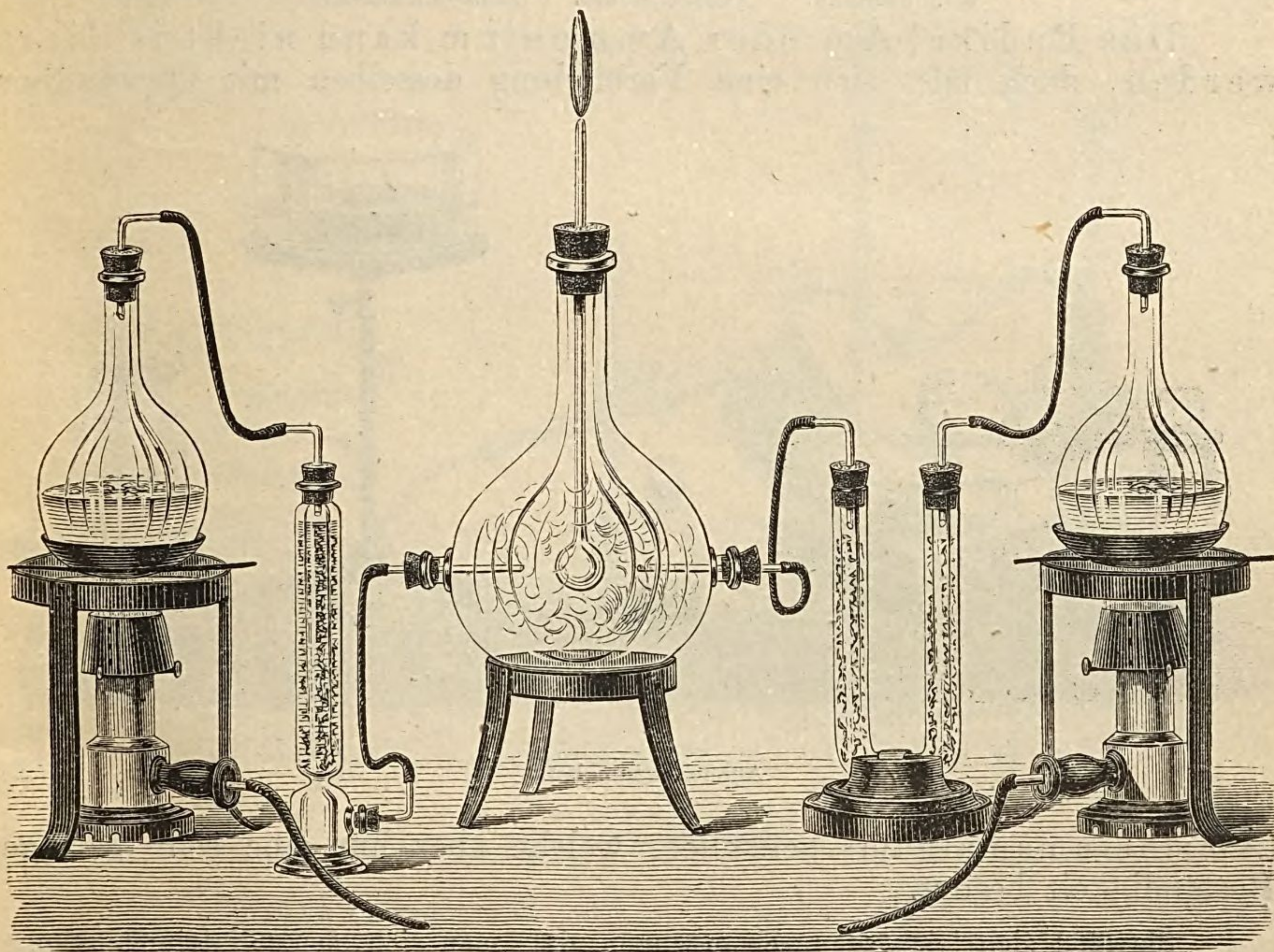
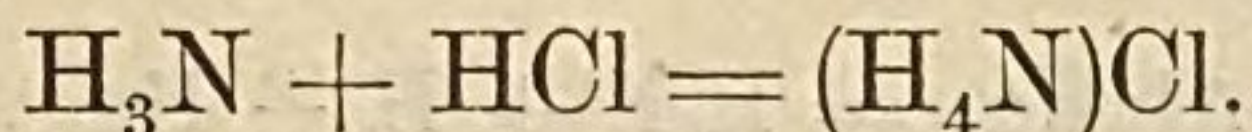


Fig. 68. Einwirkung von Ammoniakgas auf Salzsäuregas.

Ammoniak H_3N . Farbloses, stechend riechendes Gas; in Wasser leicht löslich (Ammoniakflüssigkeit oder Salmiakgeist); aus dieser Lösung leicht durch Erhitzung wieder zu vertreiben. Es verbindet sich direkt mit Salzsäure:



Diese Verbindung entspricht einem alkalischen Haloidsalz und wird Ammoniumchlorid oder Salmiak genannt.

Das Ammoniumchlorid läßt sich leicht durch direkte Einwirkung von trockenem Ammoniak und trockenem Salzsäuregas darstellen, indem man beide innerhalb eines geräumigen Ballons miteinander in Berührung bringt (Fig. 68).

Das Produkt ist ein weißes, aus feinen Kristallen bestehendes Pulver, welches sich im Ballon ablagert. Es ist in Wasser leicht löslich, indifferent gegen Lackmus und schmeckt salzig. Bei der Verbindung beider Gase findet bedeutende Temperaturerhöhung statt (Ätherthermometer) [T. § 249a].

48. Um die Analogie des Ammoniumchlorids mit dem Kalium- und Natriumchlorid besser hervortreten zu lassen, gibt man dem (hypothetischen) Radikal Ammonium (H_4N) ein besonderes Symbol Am und hat dann

KCl	NaCl	AmCl.
Kaliumchlorid.	Natriumchlorid.	Ammoniumchlorid.

Das Radikal Am oder Ammonium kann nicht isoliert werden, doch läßt sich eine Verbindung desselben mit Quecksilber

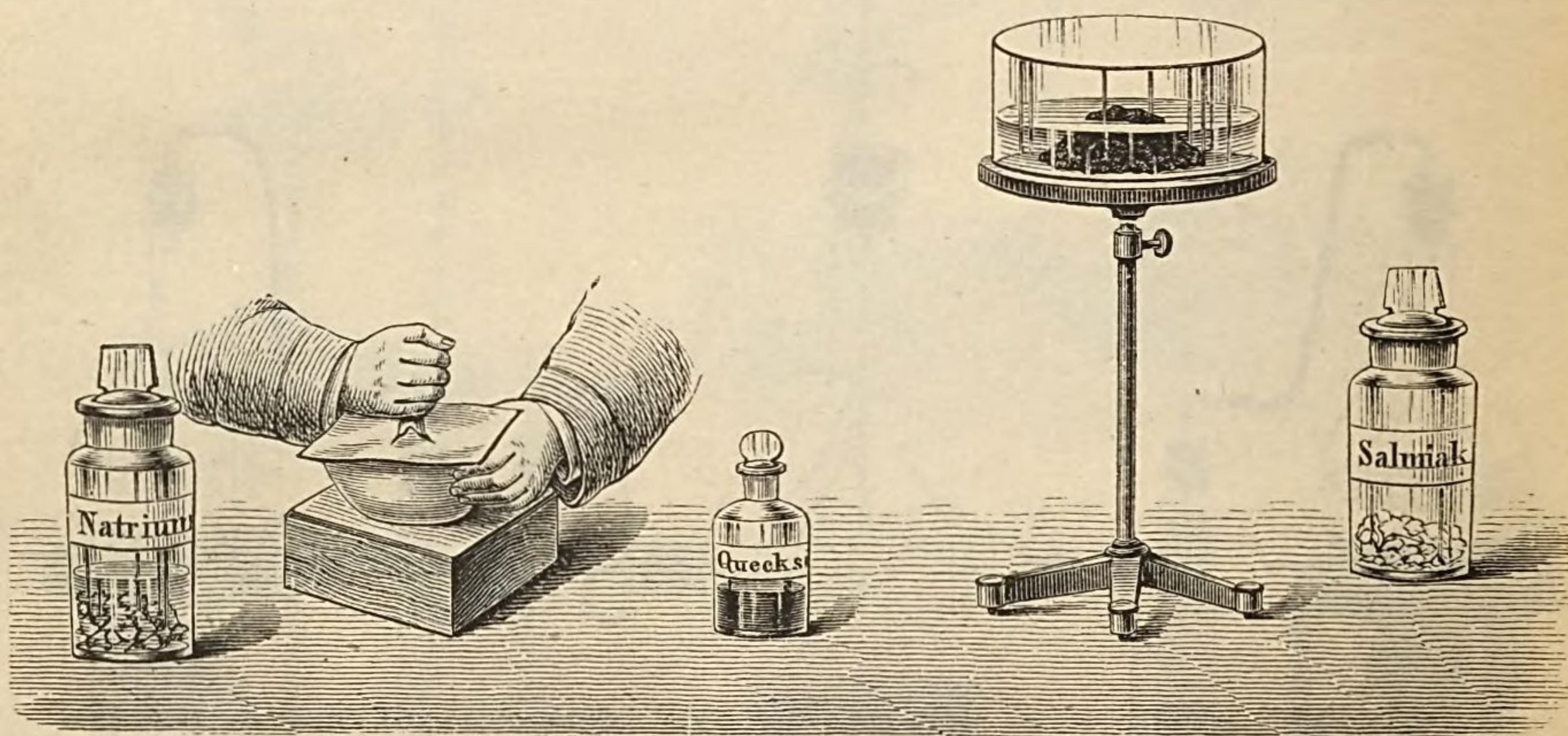


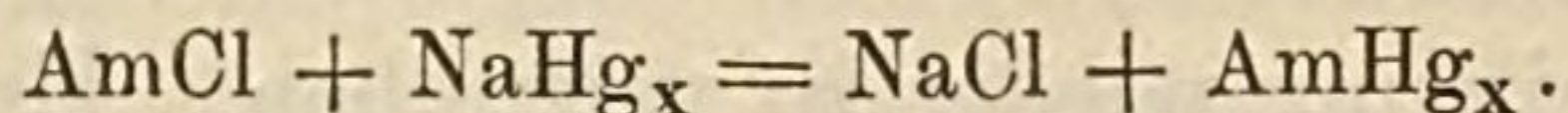
Fig. 69.

Ammoniumamalgam.

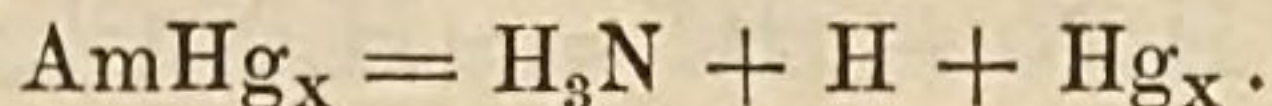
Fig. 70.

(Ammoniumamalgam) herstellen, welche aber nur eine sehr geringe Beständigkeit besitzt.

Sie läßt sich leicht dadurch erzeugen, daß man sich zuerst Natriumamalgam (durch Zusammenreiben von Natrium und Quecksilber) (Fig. 69 und 70) herstellt und dieses dann in eine Lösung von Salmiak bringt (Fig. 70). Das Natrium des Natriumamalgams verdrängt aus dem Salmiak das Ammonium, welches sich im Entstehungszustand mit dem Quecksilber zu einer schwammigen Masse verbindet [T. § 249 b]



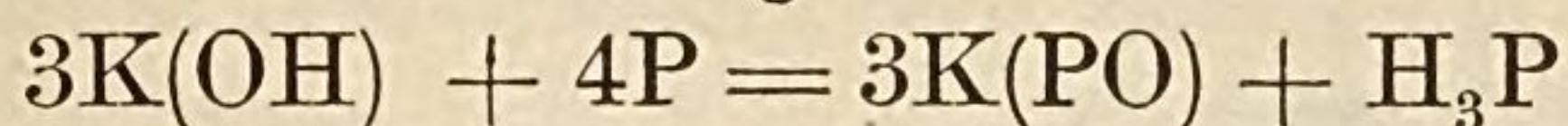
Das Ammoniumamalgam zersetzt sich freiwillig und rasch in Quecksilber, Ammoniak und Wasserstoff



Durch Einwirkung von Ammoniak in wässriger Lösung auf andre Säuren entsteht eine Reihe von Salzen, welche den Alkalisalzen durchaus analog sind:

Ammoniumnitrat $\text{Am}(\text{NO}_3)$
 Ammoniumsulfat $\text{Am}_2(\text{SO}_4)$
 Ammoniumcarbonat $\text{Am}_2(\text{CO}_3)$.

49. Phosphorwasserstoff H_3P [T. § 250]. Durch Einwirkung von schwach erwärmter, mäßig verdünnter Kalilösung auf Phosphor entwickelt sich ein Gas, welches, sobald es mit Luft in Berührung kommt, sich selbst entzündet und mit leuchtender Flamme unter Aufwirbeln schwerer Rauchringe verbrennt (Fig. 71). Die Entstehung dieses Gases läßt sich durch die Gleichung



ausdrücken. Das dabei entstehende Salz ist Kaliumhypophosphit (unterphosphorigsaures Kalium).

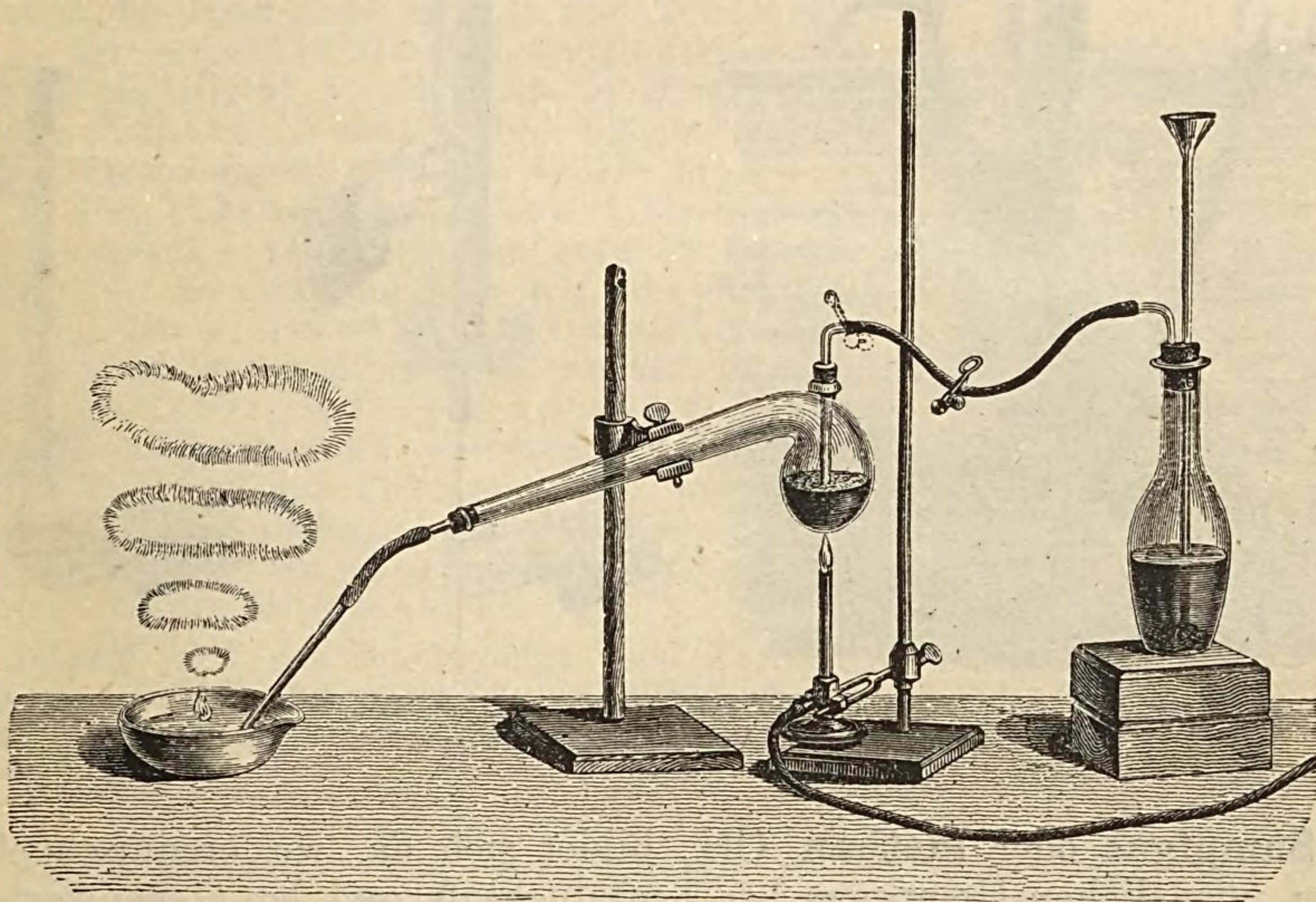


Fig. 71.
Phosphorwasserstoff.

Der Phosphorwasserstoff ist ein farbloses, eigentümlich knoblauchartig riechendes Gas, vor dessen Einatmung man sich zu hüten hat. Die in manchen Lehrbüchern sich findende Angabe, daß die sogen. Irrlichter (deren Existenz übrigens durch keine genaue Beobachtung bewiesen ist) durch Entwicklung von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas aus Sümpfen entstanden, beruht auf einem Irrtum.

XVI. Kohlenwasserstoffe.

50. Kein Metalloid, ja überhaupt kein Element bildet mit Wasserstoff eine so große Zahl von Verbindungen, wie der Kohlenstoff. Zahlreiche Kohlenwasserstoffe kommen in der Natur fertig gebildet vor (Sumpfgas, Erdgas, Petroleum, fossile Harze, ätherische Öle des Pflanzenreichs). Zahlreiche andre lassen sich durch trockene Destillation organischer Substanzen oder fossiler Kohlen (Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Harze, Fette etc.) darstellen. Sie kommen in allen drei Aggregatzuständen vor.



Fig. 72.

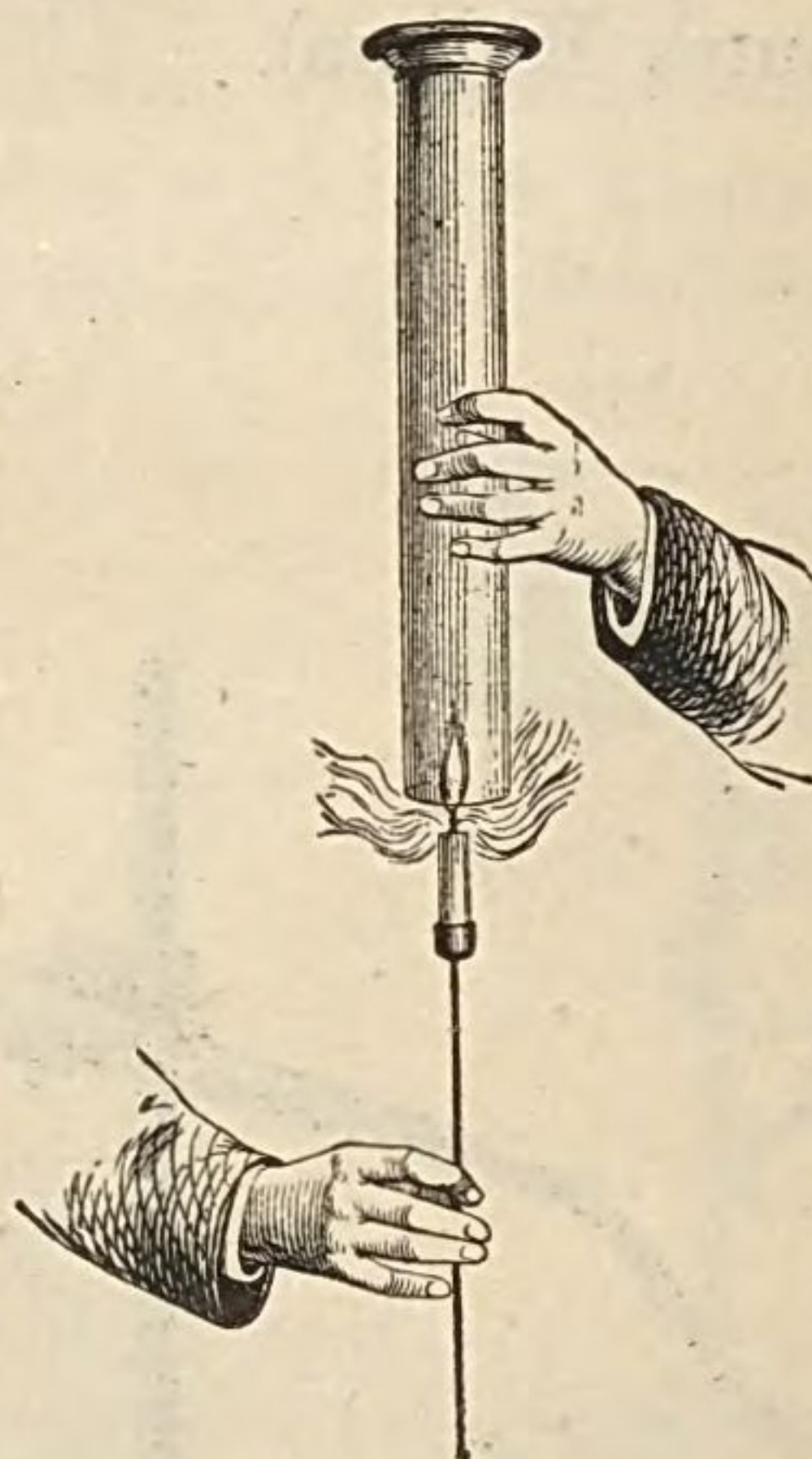


Fig. 73.

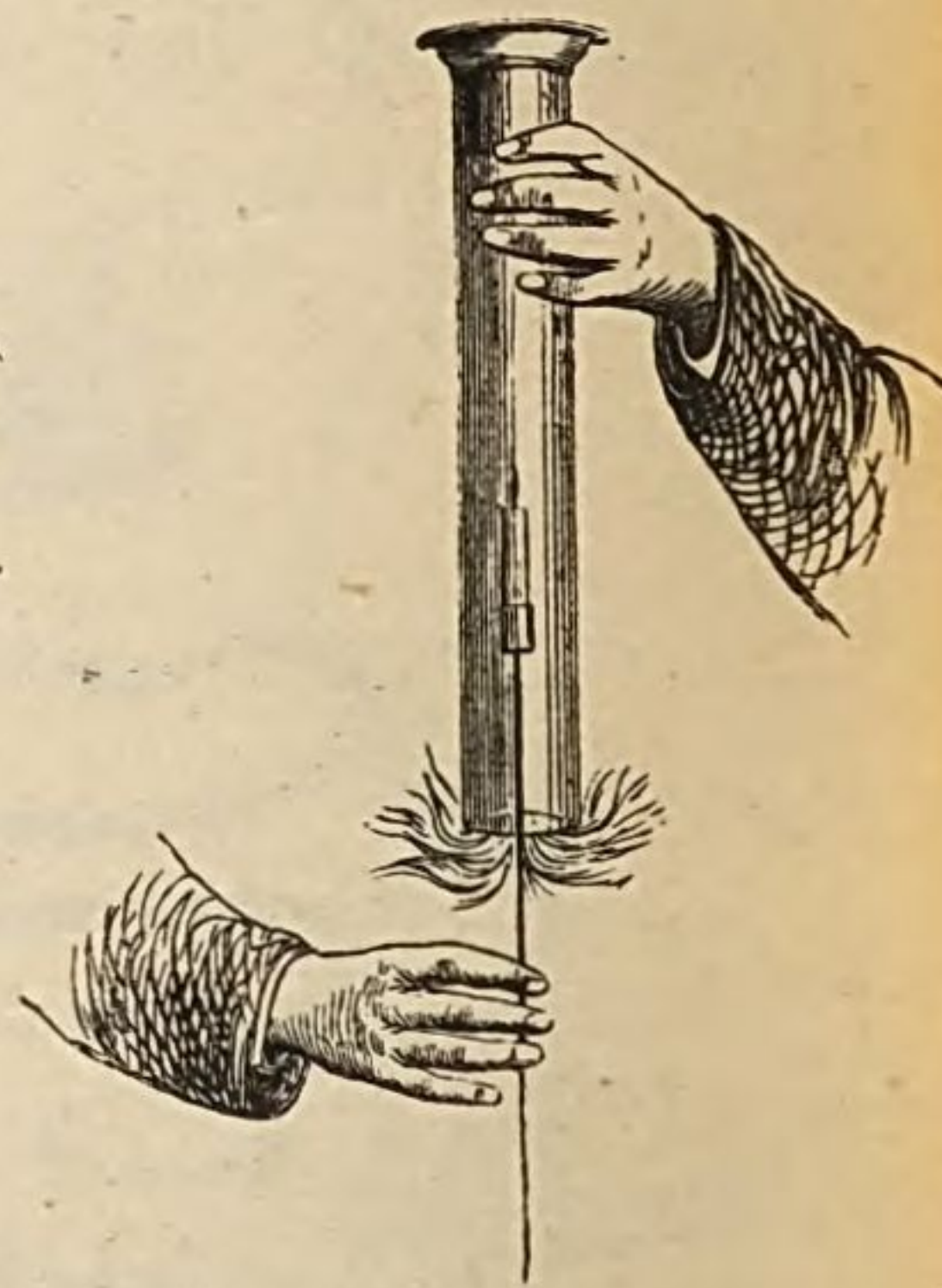


Fig. 74.

Auffangen und Verbrennen von Sumpfgas.

Sumpfgas oder **Methan** CH_4 bildet sich da, wo organische Substanzen pflanzlichen Ursprungs bei Luftabschluß und bei Gegenwart von Wasser eine langsame Zersetzung erleiden, z. B. in Sümpfen und in Kohlenbergwerken. In Sümpfen kann man es leicht in der in Fig. 72 abgebildeten Weise auffangen. Farbloses, geruchloses Gas, brennt mit schwach leuchtender bläulicher Flamme, erstickt aber, wie der Wasserstoff, die Flamme brennender Körper (Fig. 73 u. 74). Mit Luft in passendem Verhältnis gemischt explodiert es mit schwachem Knall (Schlagende Wetter in Bergwerken).

Höhere Homologe des Sumpfgases. Sumpfgas- oder Methanreihe $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Man kennt eine Reihe von Kohlenwasserstoffen, welche dem Sumpfgas insofern analog zusammengesetzt sind, als sie sich von diesem in aufsteigender Reihe durch ein Plus von $x\text{CH}_2$

Beobachtet im Sumpfgas; Phosphor 1896.

unterscheiden, so daß für alle die Formel C_nH_{2n+2} aufgestellt werden kann. Reihen dieser Art, welche in der organischen Chemie häufig vorkommen, heißen homologe Reihen.

CH_4	Methan	C_4H_{10}	Butan	C_7H_{16}	Heptan
C_2H_6	Äthan	C_5H_{12}	Pentan	C_8H_{18}	Octan
C_3H_8	Propan	C_6H_{14}	Hexan	C_9H_{20}	Nonan etc.

Die ersten Glieder bis zum Butan sind gasförmig; die folgenden flüssig, und noch höhere Glieder, die hier nicht mit aufgezählt sind, fest.

Die meisten derselben finden sich in dem amerikanischen Petroleum und können daraus durch fraktionierte Destillation dargestellt werden.

51. Petroleum, Erdöl, Steinöl oder Bergöl. Das meiste Petroleum kommt zu uns aus Nordamerika (Pennsylvanien etc.). Europa hat Erdölquellen im Kaukasus (Baku-Petroleum), in der Krim, in Galizien, Dalmatien, Kroatien, Elsaß, und neuerlich auch in Hannover. Das rohe Petroleum wird aus Bohrlöchern gewonnen, aus denen in der Regel zuerst Gase (Methan bis Butan) entweichen. Es wird von dem gleichzeitig mit ausgepumpten Wasser getrennt und dann durch Destillation der Hauptsache nach in drei Teile zerlegt:

1. Die leichten flüchtigen Kohlenwasserstoffe (Pentan bis Heptan), welche ein sehr leicht entzündliches Öl (Petroleumäther, Petroleumbenzin, Ligroin, Naphta, Gasolin etc.) bilden, das nur in besonders konstruierten Lampen (Ligroinlampen) gebrannt werden kann.

2. Das eigentliche Brennöl, welches aus den höher siedenden flüssigen Kohlenwasserstoffen vom Octan an aufwärts besteht und vorzugsweise Petroleum genannt wird. Es muß durchaus frei von den unter 1. genannten Kohlenwasserstoffen sein und wird deshalb einer amtlichen Prüfung unterworfen, welche den Temperaturgrad (21°) bestimmt, bei welchem es entzündliche Dämpfe entwickelt.

3. Die höher siedenden Anteile, aus denen man Schmieröl (Paraffinöl) und feste Kohlenwasserstoffe (namentlich Vaseline) gewinnt.

Die verschiedenen Petroleumsorten weichen in ihrer Zusammensetzung voneinander ab. Sie enthalten außer den Kohlenwasserstoffen der Methanreihe noch solche der Äthylenreihe (s. u.) und der aromatischen Reihe (s. u.), welche hier übergangen werden können.

Solaröl wird aus Braunkohlen- und Torfteer durch Destillation gewonnen und besteht ebenfalls hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen der Methanreihe. Dient zur Beleuchtung und kann aus Petroleumlampen gebrannt werden.

Paraffin ist ein Gemenge der höchsten Kohlenwasserstoffe der Methanreihe ($C_{20}H_{42}$ bis $C_{30}H_{62}$), wird aus den letzten Destillationsprodukten des Braunkohlen- und Torfteers gewonnen. Farblose, klingende, wachsähnliche Masse, schmilzt bei $37-40^\circ$. Benutzung zur Fabrikation von Kerzen.

52. Ölbildendes Gas oder Äthylen C_2H_4 . Entsteht fast immer, wenn organische Substanzen, namentlich pflanzlichen Ursprungs, bei höherer Temperatur durch trockene Destillation der Zersetzung unterworfen werden, doch ist es in solchen Fällen mit andern Gasen, unter denen sich immer Methan befindet, vermengt. In fast reinem Zustand läßt es sich aus Alkohol (Weingeist) herstellen, wenn man denselben mit Schwefelsäure mischt und destilliert [T. § 256a]. Das Gas kann in einer tubulierten Glasglocke aufgefangen werden (Fig. 75). Es brennt mit stark leuchtender Flamme (Fig. 76).

Höhere Homologe des Äthylens (Äthylenreihe) C_nH_{2n} . Gleich dem Methan bildet auch das Äthylen das Anfangsglied einer

homologen Reihe von Kohlenwasserstoffen, deren höhere Glieder sich durch ein Plus von $x\text{CH}_2$ unterscheiden.

C_2H_4 Äthylen

C_5H_{10} Amylen

C_8H_{16} Octylen

C_3H_6 Propylen

C_6H_{12} Hexylen

C_9H_{18} Nonylen

C_4H_8 Butylen

C_7H_{14} Heptylen

$\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ Decylen etc.

Auch diese finden sich unter den Zersetzungsprodukten organischer Körper. Sie unterscheiden sich von den entsprechenden Gliedern der Methanreihe in ihrer Zusammensetzung durch einen Mindergehalt von H_2 . Die ersten Glieder sind gasförmig, die folgenden (vom Amylen an) flüssig, die höchsten (oben nicht genannten) fest.

53. Benzol C_6H_6 Wasserhelle, leicht bewegliche, eigentümlich riechende Flüssigkeit. Siedep. 81° . Erstarrt bei 0° kristallinisch, brennt mit stark leuchtender, rufsender Flamme. Ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für Harze und Fette. Bildet sich insbesondere bei der trockenen

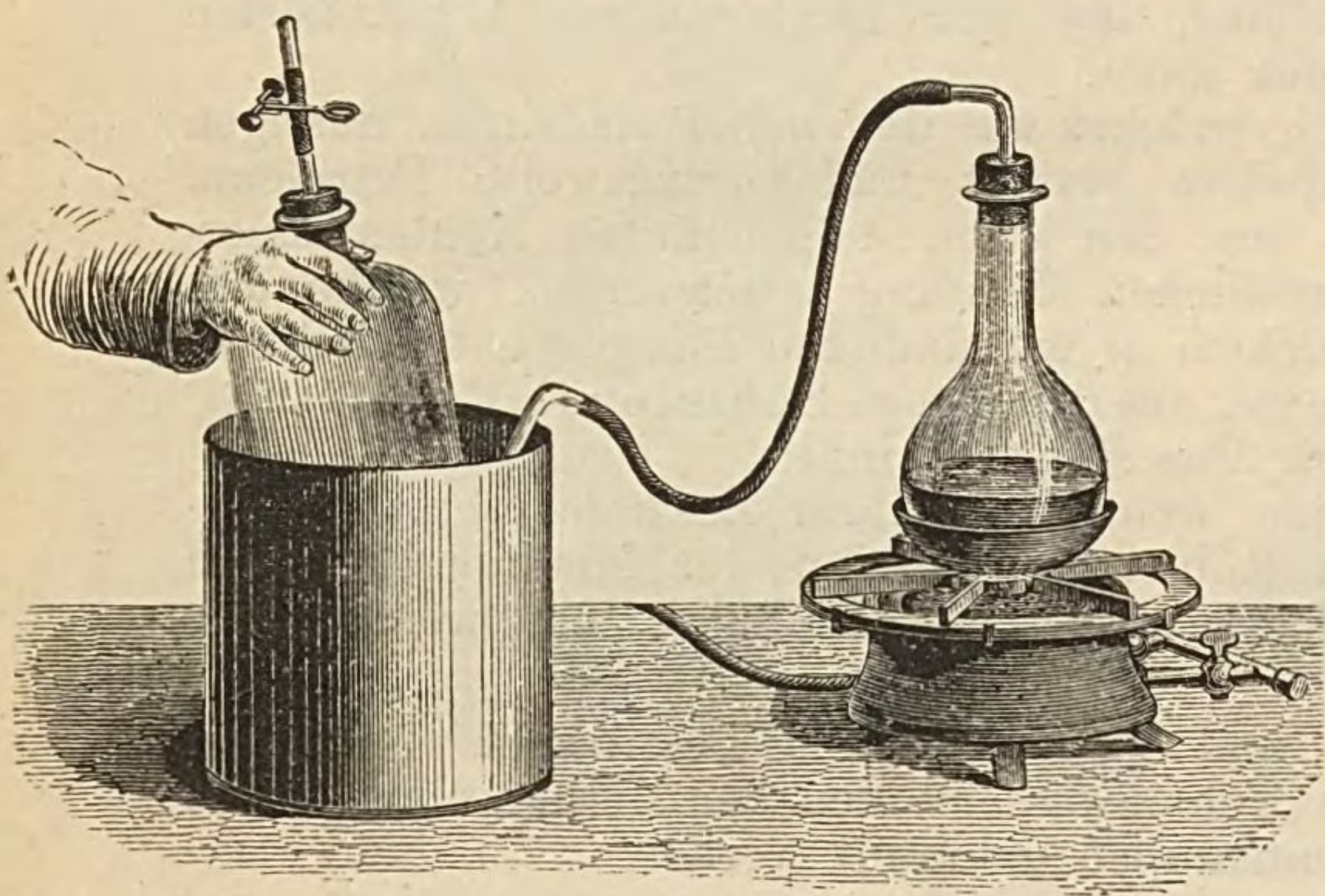


Fig. 75.



Fig. 76.

Darstellung und Verbrennung von ölbildendem Gas.

Destillation der Steinkohle (s. Leuchtgasfabrikation) und wird aus dem Steinkohlenteer gewonnen. Wird hauptsächlich zur Darstellung von Farbstoffen verwendet.

Höhere Homologe des Benzols $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$: Toluol C_7H_8 , Xylol C_8H_{10} , Cumol C_9H_{12} , Cymol $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ etc.

Naphtalin C_{10}H_8 , ein Glied der Reihe $\text{C}_n\text{H}_{2n-12}$. Glänzende, farblose Kristalle von eigentümlich teerartigem Geruch, brennendem Geschmack; Schmelzp. 79° . Siedep. 218° . Wird aus Steinkohlenteer gewonnen.

Anthracen $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$, ein Glied der Reihe $\text{C}_n\text{H}_{2n-18}$. Farblose Kristallblättchen. Schmelzp. 113° . Siedep. 360° .

Die oben aufgezählten Verbindungen sind nur einige wenige Reprä-

sentanten der außerordentlich zahlreichen Gruppe von Kohlenwasserstoffen, deren Zahl sich überdies fortwährend durch neue Entdeckungen mehrt. Man unterscheidet sie als Kohlenwasserstoffe der **Fettreihe** (wohin die Glieder der Methan- und Äthylenreihe gehören) und Kohlenwasserstoffe der **Aromatischen Reihe** (die Glieder der Benzol-, Naphtalin- und Anthracenreihe und vieler anderer Reihen).

54. Leuchtgas nennt man die gasförmigen Produkte, welche bei der trockenen Destillation von Steinkohlen, Holz, Torf, Öl etc. entstehen.

Destilliert man aus einer mit Vorlage versehenen Retorte (Fig. 77) Holz- oder Steinkohlen, so bilden sich dicke braune Dämpfe, welche sich in der Vor-

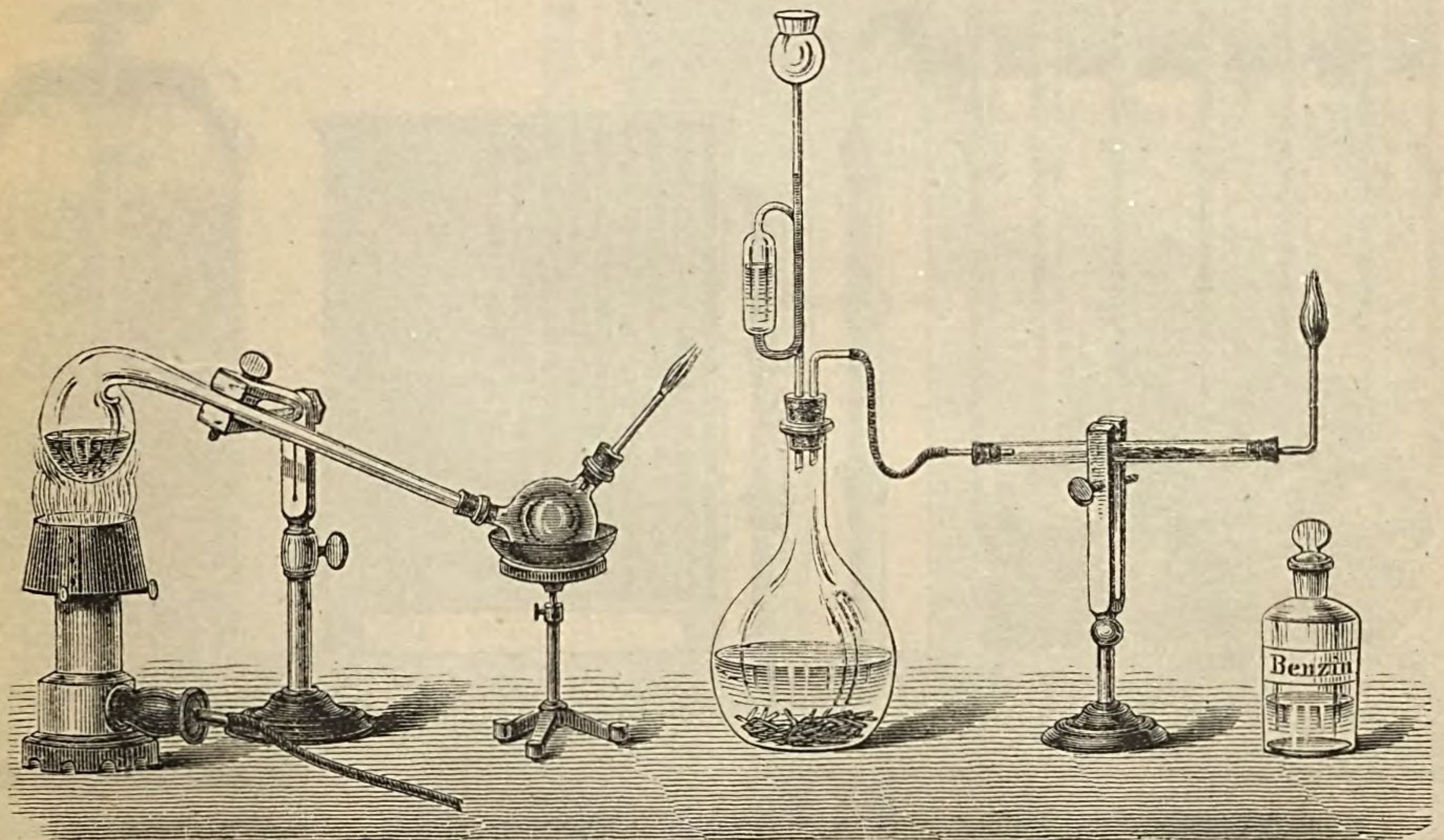


Fig. 77.
Darstellung von Leuchtgas.

Fig. 78.
Carburierung von Wasserstoff.

lage teilweise zu einer wässerigen und teerigen Flüssigkeit kondensieren und teilweise als Gas, das sich entzünden läßt, entweichen [T. § 257].

Das Gas hat, je nach dem Material, aus dem es erzeugt wird, eine verschiedenartige Zusammensetzung. Das aus Steinkohlen gewonnene enthält stets ölbildendes Gas, Sumpfgas, Kohlenoxyd, Wasserstoff, sowie nicht kondensierte Dämpfe von Kohlenwasserstoffen der Benzol- und Naphtalinreihe, ferner Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Kohlensäure und Ammoniak. Mit Ausnahme der beiden letzten sind alle diese Bestandteile brennbar. Wenn das Gas aber zur Beleuchtung benutzt werden soll, so müssen auch Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff daraus entfernt werden, weil diese bei der Verbrennung schweflige Säure geben. Von den übrigen Gasen (ölbildendes Gas, Sumpfgas Kohlenoxyd und Wasserstoff) gibt nur das erstere beim Verbrennen eine leuchtende Flamme, die drei letzten wären also überflüssig. Allein da stets nicht kondensierte Dämpfe von Benzol, Naphtalin etc. beigemischt sind, so gewinnen auch diese Gase dadurch das Vermögen mit leuchtender Flamme zu brennen. Leitet man Wasserstoff, der an sich nicht leuchtend brennt, durch eine Röhre, welche etwas mit Benzol befeuchtetes Fließpapier enthält, so brennt er, nachdem er die Röhre passiert hat, mit stark leuchtender Flamme (Fig. 78). Deshalb ist der Gehalt des Leuchtgases an Benzol- und

Naphtalindämpfen von Nutzen, ja man hat sogar Lampen konstruiert, bei denen das Leuchtgas zuvor Gefäße mit Benzol oder Naphtalin passiert, um dadurch die Leuchtkraft des Gases zu erhöhen (Carburierung des Leuchtgases, Albocarbonbeleuchtung).

Fabrikation von Leuchtgas aus Steinkohlen. — Die Fig. 79 und 80 zeigen eine schematische Darstellung einer Gasfabrik. *A* Retortenofen, *a* Gasretorten, *b* Ableitungsröhren für das Gas. *G* die Vorlage, in der sich der Teer sammelt und durch ein Rohr in die Grube *g* fließt. *B* Kühlapparat. *C* Waschturm oder Scrubber, in welchem das Gas mit kaltem Wasser in Berührung kommt und dadurch einen

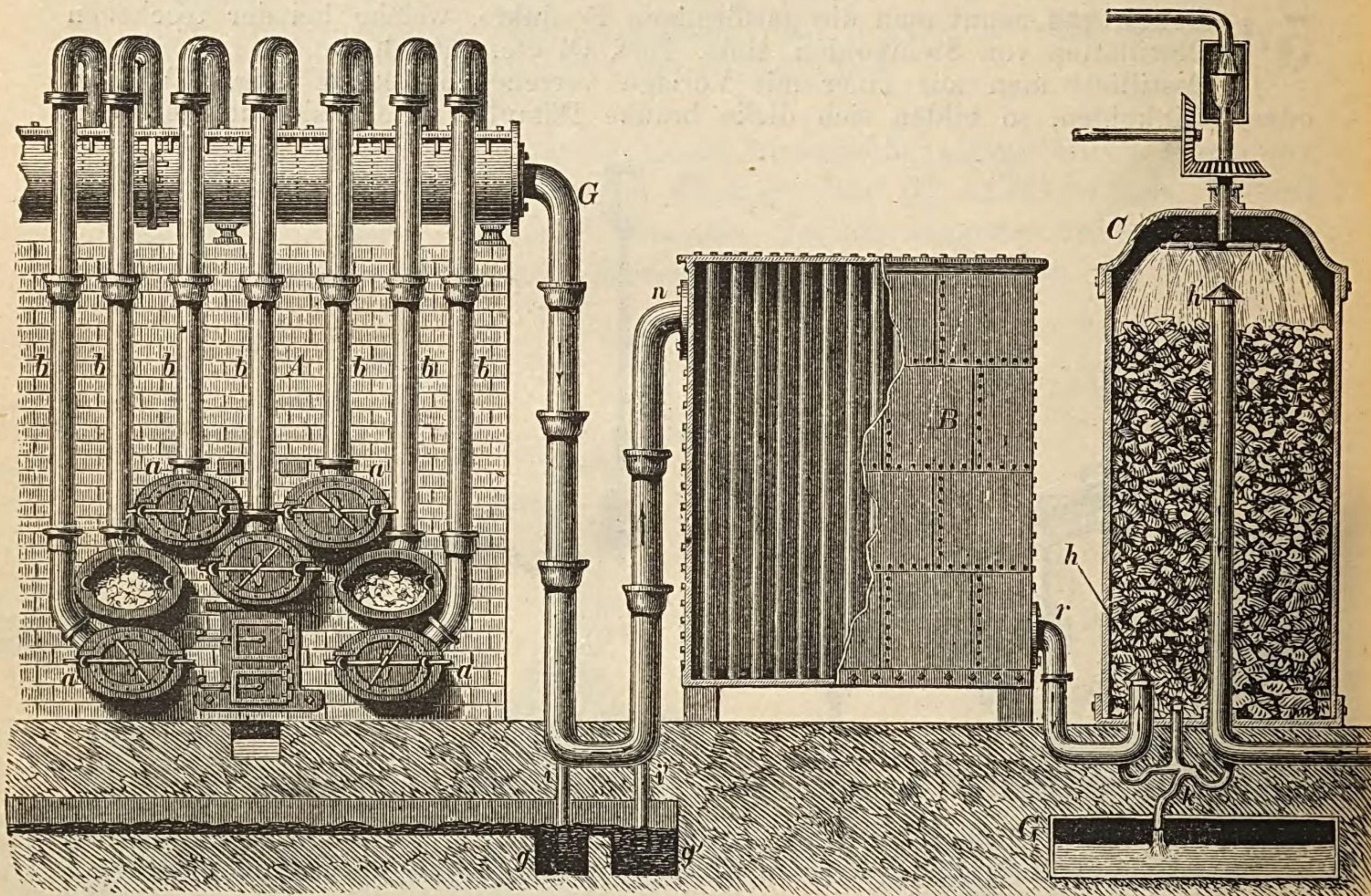


Fig. 79.
Schematische Darstellung einer Gasfabrik.

großen Teil seines Ammoniaks und seiner Kohlensäure abgibt. *D* Trockenreiniger, beschickt mit einem Gemenge von Sägespänen, verwittertem Eisenvitriol und Kalk (Lamingsche Masse) oder mit gepulvertem Raseneisenstein (ein an Eisenoxyd reiches thonhaltiges Mineral). Hier wird namentlich der Schwefelwasserstoff zurückgehalten. *E* Gasometer mit dem Zuleitungsrohr *x* und dem Ableitungsrohr *z*.

XVII. Alkohole und Phenole.

55. Der Name Alkohol kommt ursprünglich nur dem Weingeist zu, jener bekannten brennbaren Flüssigkeit, welche durch Destillation von Wein gewonnen werden kann. Seine Zusammensetzung entspricht

der Formel C_2H_6O . In seinem chemischen Verhalten (namentlich zu Säuren) besitzt er eine gewisse Analogie mit den basischen Hydroxyden der Mineralchemie, und um diese Analogie auch symbolisch auszudrücken,

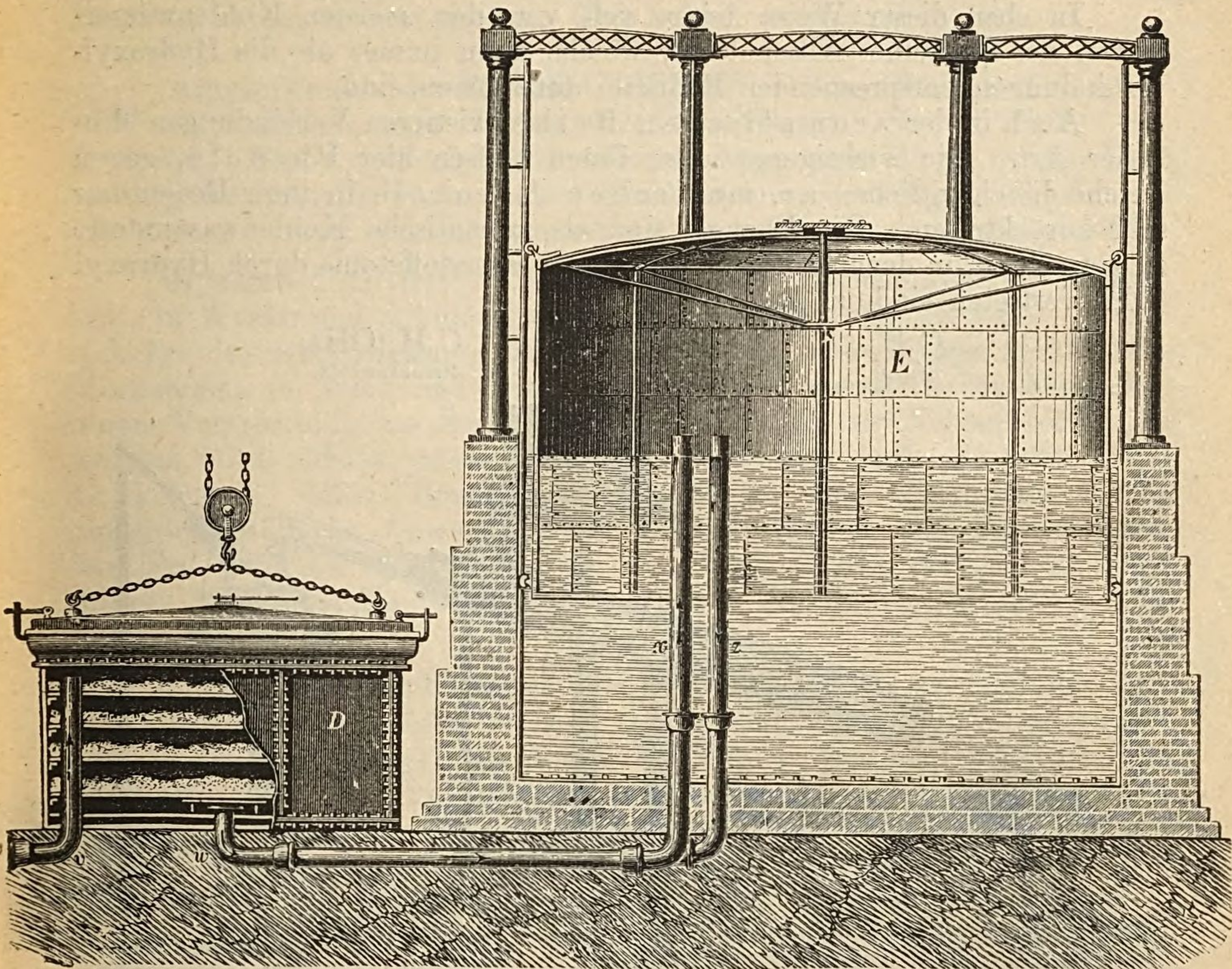
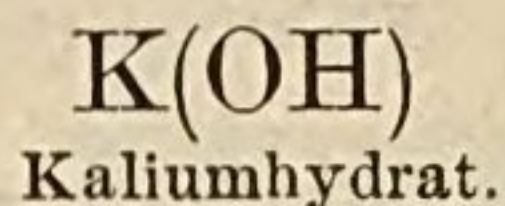
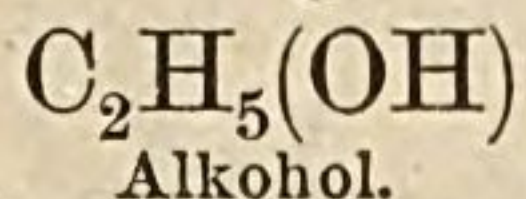


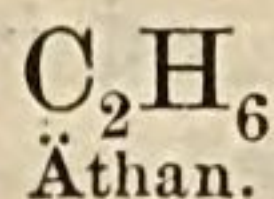
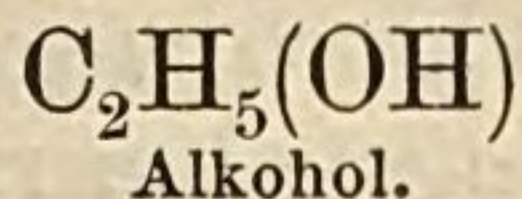
Fig. 80.
Schematische Darstellung einer Gasfabrik.

schreibt man seine Formel $C_2H_5(OH)$, wonach er als eine Hydroxylverbindung des Kohlenwasserstoffs C_2H_5 erscheint und mit einer alkalischen Base in Parallele gestellt werden kann.



Nachdem man eine große Zahl analoger Verbindungen aufgefunden hat, die sich dem Weingeist ganz ähnlich verhalten, ist der Name Alkohol verallgemeinert und auf alle diese Verbindungen übertragen worden.

Vergleicht man die Formel des Alkohols mit der des Äthans:



so tritt er uns als ein Äthan entgegen, in welchem 1 Atom Wasserstoff durch Hydroxyl (OH) vertreten ist. Die mit der OH-gruppe verbundene

Kohlenwasserstoffgruppe C_2H_5 heißt Äthyl, und demgemäß wird der Weingeist zur Unterscheidung von andern Alkoholen Äthylalkohol genannt.

In eben dieser Weise leiten sich von den meisten Kohlenwasserstoffen der Fettreihe Alkohole ab, welche dann immer als die Hydroxylverbindungen entsprechender Radikale aufzufassen sind.

Auch in der aromatischen Reihe existieren Verbindungen ähnlicher Art. Die wichtigeren unter ihnen heißen hier Phenole, gegen welche die eigentlichen aromatischen Alkohole in ihrer Bedeutung sehr zurücktreten. Die Phenole sind als aromatische Kohlenwasserstoffe zu betrachten, in denen ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Hydroxyl (OH) vertreten sind, z. B.

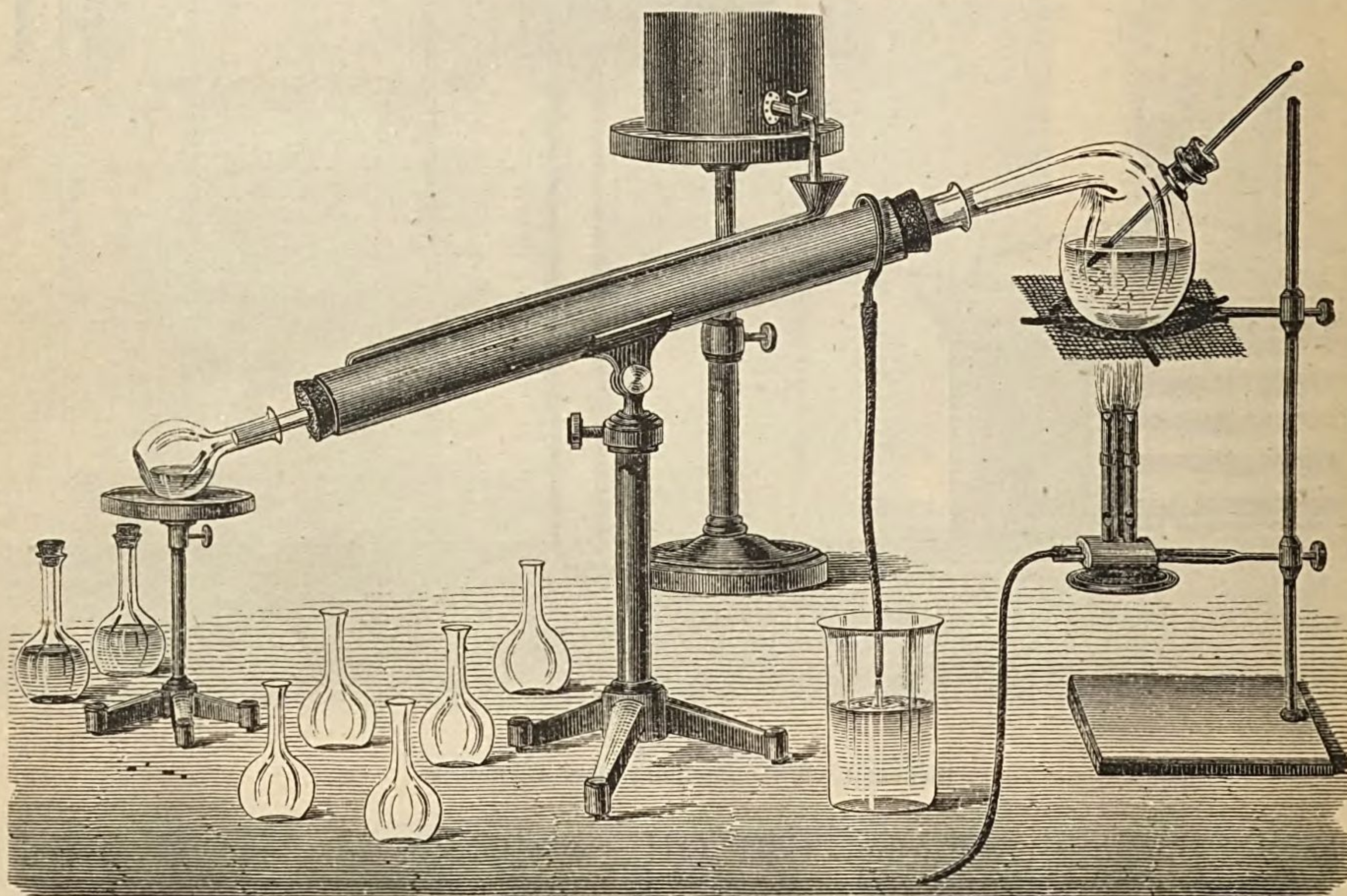
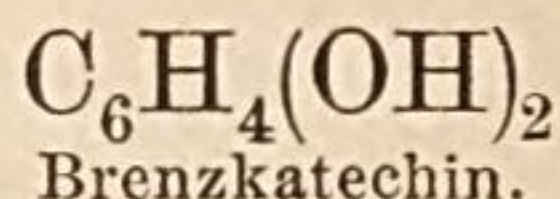
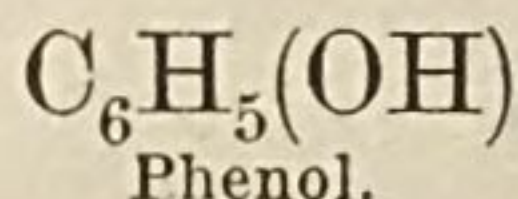
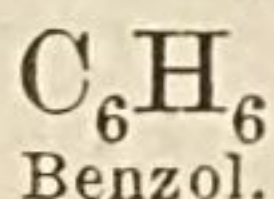


Fig. 81.
Fraktionierte Destillation von wässerigem Alkohol.

Methylalkohol oder **Holzgeist** $CH_3(OH)$ bildet einen Bestandteil des rohen Holzeßigs¹⁾, welcher bei der trockenen Destillation des Holzes gewonnen wird. Farblose, eigentümlich riechende, leicht bewegliche Flüssigkeit. Siedep. 66° . Sp. G. 0,814. In jedem Verhältnis mit Wasser mischbar.

Äthylalkohol oder **Weingeist**, schlechtweg Alkohol genannt, $C_2H_5(OH)$. Farblose, leicht bewegliche, angenehm riechende Flüssigkeit. Siedep. $78,4^\circ$. Sp. G. 0,794. In jedem Verhältnis mit Wasser mischbar. Wird selbst bei -100° noch nicht fest; brennt mit bläulicher,

wenig leuchtender Flamme. Der Äthylalkohol bildet sich bei der Gärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten und wird daraus durch Destillation gewonnen. Der mit Wasser gemischte Alkohol kann durch fraktionierte Destillation davon zum größten Teil befreit werden (Fig. 81).

56. Amylalkohol oder **Fuselöl** $C_5H_{11}(OH)$. Ölige Flüssigkeit von unangenehmem, zum Husten reizendem Geruch. Siedep. 132° . Sp. G. 0,830. Bildet sich neben Äthylalkohol in geringer Menge bei der Darstellung des Kartoffelbranntweins. Geschmack widerwärtig brennend. In verdünnter Lösung wirkt er berauschend, im konzentrierten Zustand giftig.

Glycerin $C_3H_5(OH)_3$. Sirupartige, stark süß schmeckende Flüssigkeit, in Wasser und Alkohol löslich. Siedep. 200° . Sp. G. 1,26. Bildet sich bei der Alkoholgärung des Zuckers in geringer Menge (daher sein Vorkommen in Wein und Bier) und ist ein Bestandteil der Fette, bei deren Verarbeitung (zu Seifen und Kerzen) es als ein Nebenprodukt gewonnen wird. Seine wässrige Lösung läßt sich stark abkühlen, ohne zu gefrieren, daher Benutzung zum Füllen von Gasuhren. Findet außerdem vielfache Anwendung zur Likörfabrikation, zum Konservieren von Früchten, als Zusatz zu Wein und Bier; in der Medizin als Heilmittel gegen Hautkrankheiten als Zusatz zu Seifen, Pomaden und Salben etc.

Phenol oder **Karbolsäure** $C_6H_5(OH)$. Farblose, prismatische Kristalle von eigentümlichem, an Teer erinnerndem Geruch und brennendem Geschmack (sehr giftig). In Alkohol leicht, in Wasser schwer löslich. Schmelzp. 42° . Ist ein energisch wirkendes Antiseptikum (fäulniswidriges Mittel) und wird im unreinen Zustand zur Desinfektion von Abfallstoffen, im reinen Zustand (als stark verdünnte Lösung) in der Chirurgie bei der antiseptischen Wundbehandlung und als Karbolwatte zu antiseptischen Verbänden benutzt. Wird aus dem Steinkohlenteer gewonnen.

Brenzkatechin $C_6H_4(OH)_2$ und **Homobrenzkatechin** $C_7H_6(OH)_2$, beide besonders durch ihre Methylverbindungen (s. Äther) wichtig.

XVIII. Organische Säuren.

57. Durch Oxydation der fetten Alkohole entstehen die fetten Säuren. Sie unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung von den Alkoholen dadurch, daß sie 2 Atome H weniger und 1 Atom O mehr enthalten, als letztere.

Von den höheren Gliedern sind noch die Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ und Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ zu erwähnen.

Namen der Säuren.	Formel.	Namen der zugehörigen Alkohole.	Formel.
Ameisensäure	CH_2O_2	Methylalkohol	CH_4O
Essigsäure	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	Äthylalkohol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
Propionsäure	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	Propylalkohol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
Buttersäure	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	Butylalkohol	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
Valeriansäure	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	Amylalkohol	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$
etc.		etc.	

Ameisensäure CH_2O_2 . Farblose, an der Luft schwach rauchende Flüssigkeit von stark saurem Geschmack, wirkt auf die Haut gebracht stark ätzend und veranlaßt schmerzhaft eiternde Wunden. Kommt im freien Zustand in der roten Waldameise, in der Prozessionsraupe, in den Stacheln der Brennesseln, und im gebundenen Zustand in manchen tierischen Sekreten, z. B. im Schweiß des Menschen vor.

Essigsäure $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. Farblose, stark sauer riechende Flüssigkeit, in verdünntem Zustande angenehm sauer schmeckend (Essig). Vorkommen im freien Zustand in einigen Pflanzensäften, und im gebundenen Zustand unter anderm im Schweiß. Wird (als Essig) im großen durch Oxydation alkoholhaltiger Flüssigkeiten (Branntwein, Wein, Bier) dargestellt (s. Gärung) und dient im verdünnten Zustand als Essig zur Zubereitung und zum Aufbewahren der Nahrungsmittel.

Buttersäure $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. Widerwärtig schweißartig riechende Flüssigkeit von brennendem, kratzendem (ranzigem) Geschmack. Bildet einen Bestandteil des Butterfettes und des Schweißes.

Capronsäure $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$, Caprylsäure $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$, Caprinsäure $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$ bilden ebenfalls Bestandteile des Butterfettes.

Palmitinsäure $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$. Als Bestandteil der Fette im Pflanzen- und Tierreich allgemein verbreitet, besonders im Palmöl; schuppig kristallinisch. Bei 62° schmelzend. Benutzung bei der Fabrikation der Seifen.

Stearinsäure $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$. Großblättrige kristallinische Masse, bei 69° schmelzend und beim Abkühlen zu einer weißen, ziemlich harten kristallinischen Masse erstarrend. Vorkommen in fast allen, namentlich den festen Fetten des Tier- und Pflanzenreichs. Benutzung zur Fabrikation der Stearinkerzen.

Außer diesen eigentlichen Fettsäuren gibt es in der Fettreihe noch zahlreiche andre Säuren, von denen nur einige wenige genannt zu werden brauchen.

Ölsäure oder **Oleinsäure** $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$. Farbloses Öl; geruchlos und geschmacklos. Bildet neben Palmitin- und Stearinsäure einen Hauptbestandteil der meisten, namentlich der halbfesten und flüssigen Fette oder Öle.

58. Milchsäure $C_3H_6O_3$. Dickflüssiges, in Wasser und Alkohol lösliches Öl. Bildet sich beim Sauerwerden der Milch durch Gärung des Milchzuckers (Gärungsmilchsäure) und ist auch in der Fleischflüssigkeit (Fleischmilchsäure) enthalten.

Oxalsäure oder **Kleesäure** $C_2H_2O_4$, kristallisiert mit 2 Mol. Wasser $C_2H_2O_4 + 2H_2O$. Farblose, nadelförmige Prismen von scharfem Geschmack (giftig), welche sich beim Erhitzen mit Schwefelsäure in Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasser zerlegen (Fig. 82). Vorkommen in der Natur sehr verbreitet als saures Kaliumsalz oder Kleesalz in den Oxalisarten, als Calciumsalz in Pflanzen und im Harn (Harnsteine); wird im grofsen durch Oxydation von Zucker mit Salpetersäure oder Sägespänen mit Ätzkalk dargestellt.

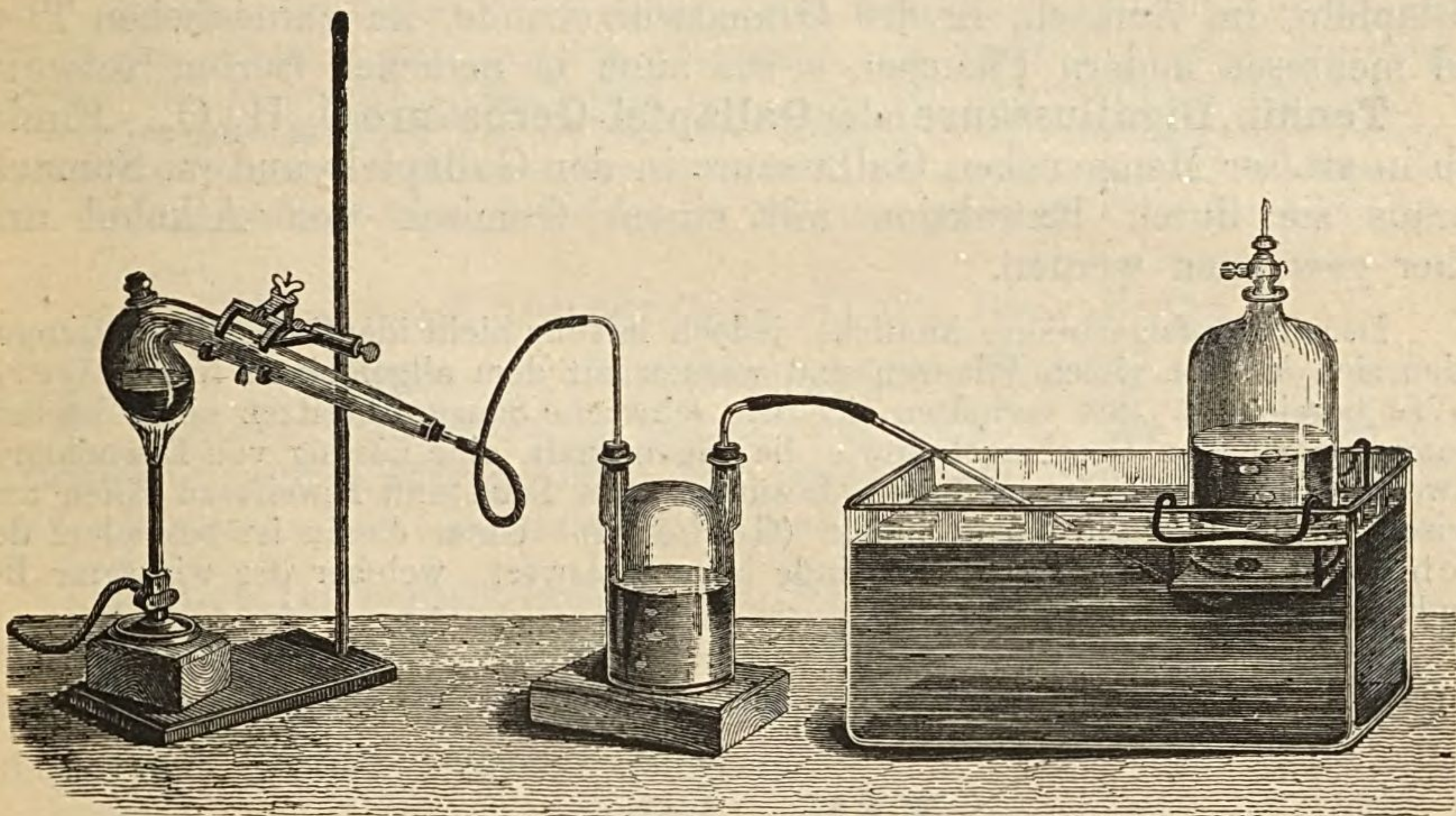


Fig. 82.
Zersetzung der Oxalsäure.

Weinsäure $C_4H_6O_6$, kristallisiert in wasserhellen Prismen von stark saurem Geschmack. Sehr verbreitet im Pflanzenreich, vorzugsweise im Saft der Trauben. Das saure Kaliumsalz oder der Weinstein setzt sich im unreinen Zustand in grauen oder schmutzigen Krusten an der Wandung der Fässer ab, in denen der Wein aufbewahrt wird.

Zitronensäure $C_6H_8O_7$. Farblose, durchsichtige, rhombische Prismen von angenehm saurem Geschmack. Vorkommen im Saft der Zitronen, der Johannisbeeren und Stachelbeeren und anderer süßlichsauer schmeckender Früchte.

59. Die Zahl der Säuren in der aromatischen Reihe ist außerordentlich groß und durch immer neue Entdeckungen im steten Wachsen begriffen.

Benzoësäure $C_7H_6O_2$. Weiße, glänzende Kristallnadeln oder

Blättchen; sublimiert schon bei 100°. Ihr Dampf reizt stark zum Husten. Vorkommen: fertig gebildet im Benzoëharz, im Perubalsam und Tolubalsam, woraus sie dargestellt werden kann.

Salicylsäure oder **Oxybenzoësäure** $C_7H_6O_3$. Kleine weisse Kristalle, in kaltem Wasser sehr schwer, in Alkohol und Äther leichter löslich. Vorkommen: fertig gebildet in den Blüten von *Spiräa ulmaria*; wird fabrikmässig durch Einwirkung von Kohlensäure auf ein eingedampftes Gemenge von Karbolsäure und Natriumhydrat dargestellt. Sie hat wegen ihrer antiseptischen Eigenschaften hohe Bedeutung gewonnen und dient zur Konservierung von Nahrungsmitteln, sowie als Medikament.

Gallussäure $C_7H_6O_5$. Feine seidenglänzende Nadeln von schwach herbem, zusammenziehendem, säuerlichem Geschmack. Vorkommen in den Galläpfeln, im Sumach, in der Granatwurzelrinde, im chinesischen Thee und mehreren andern Pflanzen, sowie auch in manchen Sorten Rotwein.

Tannin, Digallussäure oder **Galläpfel-Gerbsäure** $C_{14}H_{10}O_9$. Findet sich in grosser Menge neben Gallussäure in den Galläpfeln und im Sumach, woraus sie durch Extraktion mit einem Gemisch von Alkohol und Äther gewonnen werden.

Der Galläpfelgerbsäure ähnliche, jedoch mit ihr nicht identische Verbindungen finden sich in sehr vielen Pflanzen und werden mit dem allgemeinen Namen Gerbstoffe bezeichnet. Sie verhalten sich wie schwache Säuren, besitzen einen herben, zusammenziehenden Geschmack sowie die Eigenschaft, eine Lösung von Eisenchlorid entweder blau oder grün zu färben, Lösungen von Leim und Eiweiss zu fällen und tierische Häute in Felle umzuwandeln (Gerberei). Unter diesen ist besonders der Eichengerbstoff aus der Eichenrinde bemerkenswert, welcher der wirksame Bestandteil der Gerberlohe ist.

XIX. Äther.

60. Man unterscheidet eigentliche und zusammengesetzte Äther, und jene wiederum in einfache und gemischte.

1. Eigentliche Äther

sind Alkohole (oder Phenole), in denen der Wasserstoff des Hydroxyls durch ein Alkoholradikal vertreten ist. Ist dies dasselbe, welches der betreffende Alkohol bereits enthält, so entstehen einfache Äther, ist es ein andres, gemischte Äther.

Äthyläther $C_2H_5.O.C_2H_5$. Fälschlich Schwefeläther genannt. Angenehm und erfrischend riechende Flüssigkeit. Siedep. 35°. Sp. G. 0,718. In Wasser wenig löslich, mit Alkohol mischbar. Verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur, wobei bedeutende Abkühlung eintritt. In hohem Grade feuergefährlich (man arbeite nie mit Äther in der Nähe einer Flamme). Sein Dampf mit Luft gemischt explodiert. Ausgezeich-

netes Lösungsmittel für organische und unorganische Stoffe: Harze, Fette, ätherische Öle, Schwefel, Phosphor etc.

Im großen wird der Äthyläther durch Destillation eines Gemisches von konzentrierter Schwefelsäure und Alkohol unter beständigem Nachfließen des letzteren gewonnen (daher wird der Äthyläther fälschlich auch Schwefeläther genannt).

Die übrigen einfachen und gemischten Äther der Fettalkohole sind ohne Bedeutung.

Aus der aromatischen Reihe sind nur zwei gemischte Äther zu nennen:

Guajakol, der Methyläther des Brenzkatechins $C_6H_4(OH)(OCH_3)$ und

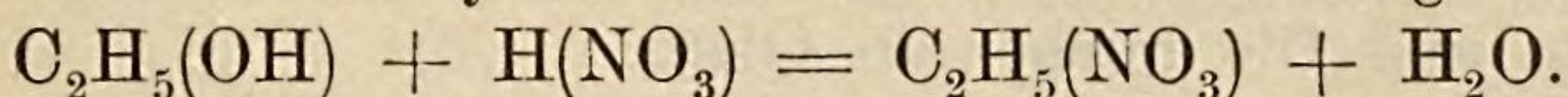
Kreosol, der Methyläther des Homobrenzkatechins $C_7H_6(OH)(OCH_3)$. Beides ölartige, aromatisch riechende Flüssigkeiten, welche im käuflichen Kreosot enthalten sind und dessen antiseptische (fäulniswidrige) Eigenschaften bedingen.

Das Kreosot wird aus Holzteer durch fraktionierte Destillation dargestellt. Es ist eine schwach gelb gefärbte Flüssigkeit von durchdringendem, rauchartigem Geruch und brennendem Geschmack und wird als Arzneimittel angewendet. Die konservierende Wirkung des Holzrauches (Räuchern der Fleischwaren) beruht auf dem Gehalt desselben an Phenol, Guajakol und Kreosol, welche sich auf den zu räuchernden Waren niederschlagen und diese bis zu einer gewissen Tiefe durchdringen.

2. Zusammengesetzte Äther oder Ester

61. sind Verbindungen von Alkoholradikalen und Säureresten und entsprechen den Salzen in der Mineralchemie. Sie entstehen durch Einwirkung von unorganischen oder organischen Säuren auf Alkohole, und viele von ihnen kommen auch fertig gebildet in der Natur vor.

Salpetersäureäthyläther $C_2H_5(NO_3)$. Entsteht durch Einwirkung von Salpetersäure auf Äthylalkohol nach der Gleichung:



Angenehm süßlich riechende Flüssigkeit.

Essigsäureäthyläther $C_2H_5.C_2H_3O_2$ (schlechtweg Essigäther genannt). Entsteht auf dieselbe Weise durch Einwirkung von Essigsäure auf Alkohol, wobei die Essigsäure 1 Atom H abgibt und der Rest $C_2H_3O_2$ sich dann mit dem Äthyl verbindet, ganz wie bei der Bildung des Salpetersäureäthyläthers.



Angenehm und erfrischend riechende Flüssigkeit; wird als Riechessenz benutzt.

Da es in der Fettreihe zahlreiche Alkohole und Säuren gibt, welche im allgemeinen, ähnlich wie Essigsäure auf Äthylalkohol, aufeinander einwirken, so existiert eine beträchtliche Zahl zusammengesetzter Äther. Diese besitzen fast ohne Ausnahme einen sehr angenehmen, erfrischenden Geruch, welcher an den verschiedener Früchte erinnert. Sie dienen deshalb zur Fabrikation der sogenannten

Fruchtessenzen (stark verdünnte alkoholische Lösungen der betr. Äther), welche man zum Aromatisieren von Getränken und Zuckerwaren benutzt.

Apfeläther = Baldriansäureamyläther.

Ananasäther = Buttersäureäthyläther.

Aprikosenäther = Buttersäureamyläther.

Birnenäther = Essigsäureamyläther.

Erdbeeräther = Essigsäure- und Buttersäureäthyläther.

Kognakessenz = Gemisch von Essigäther und Salpetersäureäther.

Rumessenz = Gemisch von Ameisensäureäthyläther und andern Äthern, gefärbt mit gebranntem Zucker.

XX. Fette.

62. Die Fette sind der größten Mehrzahl nach neutrale Äther des Glycerins mit Fettsäuren (Triglyceride), namentlich Palmitinsäure, Stearinsäure und Ölsäure, welche in fast allen Fetten vorkommen, außerdem noch mit andern in geringer Menge in einzelnen Fetten sich finden: z. B. Butter-, Capron-, Capryl-, Caprinsäure in der Butter. Diese Äther bezeichnet man kurz durch Anhängung der Silbe „in“ an den Stamm des Fettsäurenamens, z. B. Stearin, Palmitin, Olein, Butyrin etc. Die festen und harten Fette (Talgarten) sind reicher an Palmitin und Stearin, die weichen Fette und Öle reicher an Olein.

Die Fette zersetzen sich nach längerem Aufbewahren an der Luft unter Abscheidung freier Fettsäuren. Gehören letztere zu den flüchtigen, z. B. Buttersäure, so nehmen die betreffenden Fette einen üblen Geruch und kratzigen Geschmack (ranzige Butter) an. Durch starkes Erhitzen (Braten) lassen sich die flüchtigen Fettsäuren vertreiben, und das Fett wird wieder genießbar.

Die neutralen Fette sind leichter als Wasser, meistens löslich in Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzin und heißem Alkohol, unlöslich in Wasser; doch lassen sie sich mit letzterem unter Zusatz schleimiger Substanzen (z. B. arabischem Gummi) zu einer milchigen Flüssigkeit (Emulsion) zusammenreiben oder schütteln (emulgieren), wobei sie sich in feinste Tröpfchen zerteilen, die dann in der schleimigen Flüssigkeit schweben bleiben.

Die Fette sind sehr verbreitet im Pflanzen- und Tierreich. Man unterscheidet:

1. Feste und halbfeste Fette: Rindstalg, Schweineschmalz, Kuhbutter, Palmöl, Kokosöl, Wachs und Walrat.

2. Nicht trocknende Öle: Olivenöl oder Baumöl, Rübol, Thran.

3. Trocknende Öle: Leinöl, Hanföl, Nussöl, Mohnöl, Mandelöl.

Die Fette dienen als Nahrungsmittel, Beleuchtungsmaterial, Schmiermittel, sowie zur Fabrikation von Seifen, Kerzen, Pflastern und Firnissen.

Seifen sind Verbindungen von Fettsäuren mit alkalischen Basen (Kali- oder Natron), welche man durch Kochen der betreffenden Fette mit Kalium- oder Natriumhydrat erhält. Die Natronseifen sind hart, die Kaliseifen weich (Schmierseifen). Ihre Benutzung als Reinigungsmittel beruht darauf, daß sie sich mit Wasser zersetzen, wobei ein Teil des Alkalis frei wird, welches dann schwach ätzend wirkt.

Pflaster sind Verbindungen von Fettsäuren mit Bleioxyd und werden durch Kochen von Fetten (besonders Olivenöl) mit Bleiglätte dargestellt.

Firnisse werden aus trocknenden Ölen (namentlich Leinöl) bereitet, indem man diese unter Zusatz von etwas Bleiglätte kocht. Sie nehmen während des Eintrocknens Sauerstoff aus der Luft auf und bilden damit eine harte, etwas elastische Masse.

XXI. Kohlehydrate.

63. Unter diesem Namen faßt man eine größere Zahl ternärer, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender Verbindungen zusammen, welche nach der Formel $C_x(H_2O)_n$ zusammengesetzt sind, in denen also Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnis enthalten sind, in welchem sie Wasser bilden. Daher der Name. Die wichtigsten sind:

Traubenzucker oder **Glykose** $C_6H_{12}O_6 + H_2O$. Sehr verbreitet im Pflanzenreich, besonders in den süßen Früchten. Feste, kristallinische, in Wasser und Alkohol lösliche Masse von süßlichem Geschmack. Läßt sich auch auf künstlichem Wege durch Erhitzen von Stärkemehl mit verdünnter Schwefelsäure darstellen (Stärkezucker, Kartoffelzucker). Letzterer bildet kompakte, süßlich schmeckende Massen (Blockzucker) und findet Benutzung in der Bonbonfabrikation, bei der Weinfabrikation, als Zusatz zur Bierwürze (Ersatz für Malz) und zur Verfälschung des Kolonialzuckersirups.

Rohrzucker oder **Saccharose** $C_{12}H_{22}O_{11}$. Sehr verbreitet im Pflanzenreich, besonders im Saft des Zuckerrohrs und der Zuckerrübe, sowie in den meisten süßen Früchten. Wird in Europa fast nur aus der Zuckerrübe (Rübenzucker) dargestellt und bildet weiße, derbe, körnig-kristallinische Massen (Hutzucker) oder größere, durchsichtige Kristalle (Kandiszucker) von stark süßem Geschmack. Sehr leicht löslich in Wasser, ziemlich löslich in Alkohol. Wird Hutzucker mit etwa der Hälfte seines Gewichts Wasser übergossen und erwärmt, so entsteht ein dicker, sehr süßer Sirup (Zuckersirup), welcher nicht wieder erstarrt. Erhitzt man diesen Sirup längere Zeit zum Kochen, so wird er

gelblich und erstarrt dann zu einer durchsichtigen Masse (Gerstenzucker); nach noch längerem Erhitzen geht er in eine braune, zähe, in Wasser lösliche Masse (Karamel) über, welche zum Färben von Nahrungsmitteln (Bratensaucen) und Getränken dient und unter dem Namen Zuckercouleur in den Handel kommt [T. I. S. 190 fgde.].

Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ ist in der Milch enthalten, der er den süßlichen Geschmack verleiht, und wird bei der Käsebereitung als Nebenprodukt gewonnen. Schmeckt schwach süßlich und geht leicht in Milchsäure über (Sauerwerden der Milch).

Gummi. Aus verschiedenen Pflanzen quellen dicke, klebrige Lösungen aus, welche an der Luft zu einer amorphen Masse erhärten und sich in Wasser wieder zu klebenden Flüssigkeiten lösen lassen. Am bekanntesten sind das Kirsch- und Pflaumengummi (aus den Stämmen der Kirsch- und Pflaumbäume) und das arabische Gummi (*Gummi arabicum*) von verschiedenen Acaciaarten. Die Gummiarten sind Gemenge von Kohlehydraten.

Pflanzenschleim ist in sehr vielen Pflanzen enthalten und dem Gummi ähnlich, mit Wasser aber nur aufquellend (Quittenschleim, Leinsamenschleim, Althaeaschleim).

64. Cellulose, Zellstoff oder Holzfaser $C_6H_{10}O_5$. Ein organisiertes Kohlehydrat, aus welchem der Hauptsache nach die Membrane der Pflanzenzellen bestehen. Die Baumwollfaser ist ziemlich reine Cellulose. In Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich.

Nitrocellulose, Pyroxylin oder Schiefsbaumwolle. Entsteht durch Eintauchen von Cellulose (Baumwolle) in ein Gemisch von konzentrierter Schwefel- und Salpetersäure und Auswaschen. Die Salpetersäure gibt dabei den Rest NO_3 ab, welcher an Stelle von Hydroxyl in die Cellulose eintritt. Ein säurereiches Produkt ist Trinitocellulose $C_6H_7(NO_3)_3O_2$, die eigentliche Schiefsbaumwolle, welche wegen ihres hohen Sauerstoffgehalts eine sehr explosive Substanz ist. Ein weniger säurereiches Produkt $C_6H_8(NO_3)_2O_3$ gibt, in Alkoholäther gelöst, das in der Photographie benutzte Kollodium.

Stärke, Stärkemehl oder Amylum $C_6H_{10}O_5$. Ebenfalls ein organisiertes Kohlehydrat. Bildet im reinen Zustand ein zartes, weißes, geschmack- und geruchloses Pulver. In kaltem Wasser, Alkohol und Äther unlöslich, schwillt in heißem Wasser zu einer kleisterartigen durchscheinenden Masse auf (Buchbinderkleister). Unter dem Mikroskop erscheint die Stärke in Form rundlicher, aus konzentrischen Schichten bestehender Körnchen von verschiedener Größe, je nach der Abstammung (Fig. 83 u. 84). Vorkommen im Pflanzenreich sehr verbreitet, namentlich in den Samen der Getreidearten (Mehl), in den Kartoffeln. Wird fabrikmäßig besonders aus Kartoffeln, Weizen und Reis gewonnen. Die Stärke bildet nicht nur als Bestandteil des Mehls und der Kartoffeln ein wichtiges Nahrungsmittel, sondern sie findet auch in der Technik eine vielfache Verwendung zur Herstellung von Stärkezucker und Dextrin (s. u.), zum Appretieren der Leinen- und Baumwollwaren, zum

Steifen der Wäsche, zur Bereitung des Buchbinderkleisters. Sie bildet in der Gerste das Rohmaterial für die Bierbereitung und in der Kartoffel dasjenige zur Darstellung von Alkohol (Kartoffelbranntwein).

Sago ist ein Präparat aus dem Stärkemehl verschiedener Palmenarten und bildet rundliche Körnchen. (Sogenannter deutscher Sago wird aus Kartoffelstärke bereitet.)

Dextrin oder **Stärkegummi** $C_6H_{10}O_5$. Umwandlungsprodukt der Stärke (durch gelindes Erwärmen oder durch Einwirkung von Säuren etc.). Im unreinen Zustand wird es durch Erhitzen der Stärke auf $180-200^{\circ}$ (Leiokom oder Röstgummi) gewonnen, leichter und bei niedrigerer Temperatur nach vorgängiger Befeuchtung der Stärke mit verdünnter Salpetersäure. Dextrin ist in Wasser leicht zu einer dicklichen, stark klebenden Flüssigkeit löslich und dient als Ersatzmittel für arabisches Gummi.

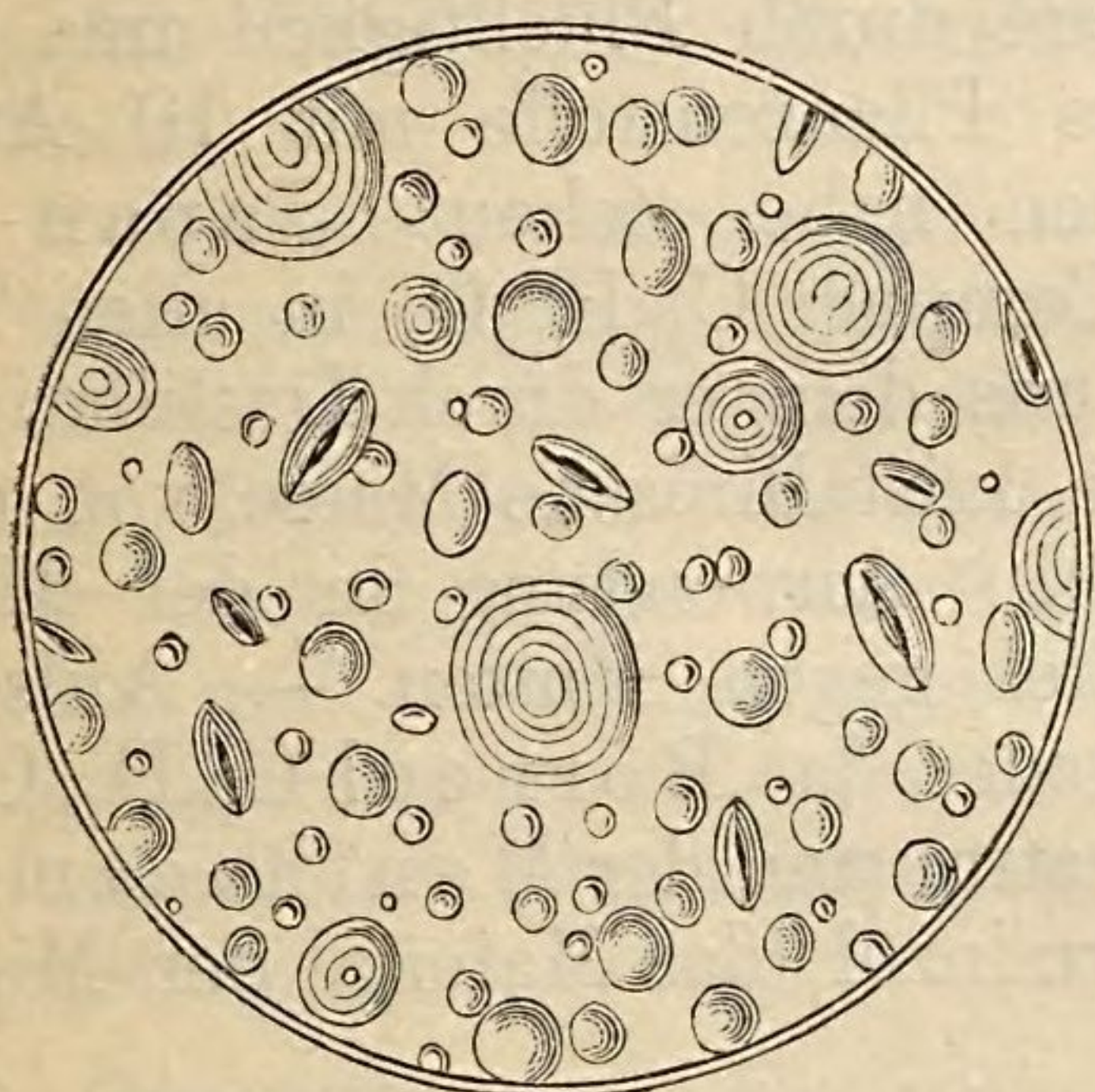


Fig. 83.
Weizenstärke.

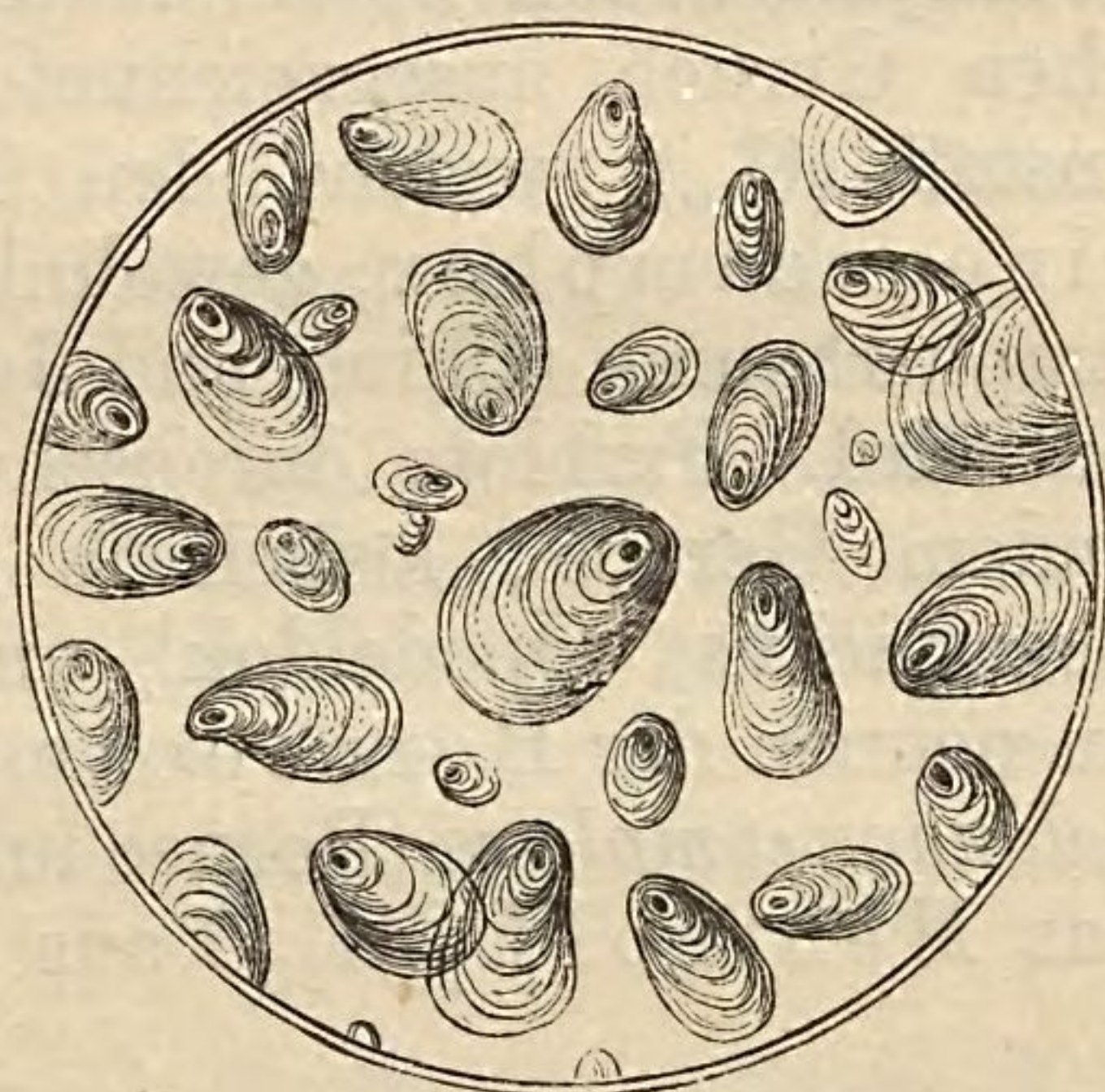


Fig. 84.
Kartoffelstärke.

XXII. Ätherische Öle und Campher.

65. Ätherische Öle sind flüchtige, aromatisch riechende, ölige Flüssigkeiten, welche im Pflanzenreich, namentlich in Blüten und Früchten (seltener im Stamm der Gewächse) sehr verbreitet sind. Sie unterscheiden sich von den fetten Ölen durch ihren Geruch, ihre Flüchtigkeit und ihre chemische Zusammensetzung: der Geruch ist bei den meisten sehr angenehm; sie verdunsten schon bei gewöhnlicher Temperatur und hinterlassen deshalb keinen bleibenden Fettfleck. Ihre Zusammensetzung ist eine sehr wechselnde. Die meisten enthalten Kohlenwasserstoffe von der Formel $C_{10}H_{16}$ (Terpene), außerdem aromatische Verbindungen verschiedener Art.

Die ätherischen Öle lösen sich leicht in Alkohol und Äther, sehr wenig in Wasser (aromatisierte Wässer). Sie selbst besitzen ein Lösungsvermögen für viele Pflanzenstoffe, z. B. Harze etc., und brennen mit

rauchender, stark rufsender Flamme. Aus der Luft nehmen viele von ihnen Sauerstoff auf und verwandeln sich in klebrige harzartige Produkte.

Terpentinöl $C_{10}H_{16}$. Findet sich im Stamm vieler Nadelhölzer. Farblose oder schwach gelb gefärbte, eigentümlich riechende Flüssigkeit, welche in großen Mengen aus dem Terpentin (s. Harze) durch Destillation mit Wasser gewonnen wird. Es findet wegen seines Auflösungsvermögens für die meisten Harze eine ausgedehnte Anwendung in der Lack- und Firnisfabrikation.

Außerdem sind zu nennen: Kümmelöl aus den Kümmelsamen, Lavendelöl aus den Lavendelblüten, Lorbeeröl aus den Früchten des Lorbeerbaums, Nelkenöl aus den Gewürznelken, Zitronenöl aus den Schalen der Zitronen, Bergamottöl aus den Schalen der Bergamotte, Pfefferminzöl aus den Blüten und dem Kraut der Pfefferminze, Fenchelöl aus den Fenchelsamen, Orangenblüten- oder Neroliöl aus den Blüten der Pomeranzen, Rosenöl aus den Rosenblüten.

Campherarten nennt man mehrere durch Flüchtigkeit und eigentümlichen Geruch ausgezeichnete starre Pflanzenstoffe mit 10 Atomen Kohlenstoff (C_{10}), welche den Terpenen nahe stehen: Japan- oder Laurineencampher, gewöhnlicher Campher $C_{10}H_{16}O$, in allen Teilen des Campherbaums (China und Japan), aus dem er durch Destillation gewonnen wird. Farblose durchscheinende kristallinische Masse von durchdringendem Geruch; löslich in Alkohol. Anwendung in der Medizin (Campherspiritus, Opodeldok), und Mittel gegen Motten. — Außerdem sind zu nennen der Borneocampher oder das Borneol $C_{10}H_{18}O_2$ von *Dryobalanops camphora* (Borneo und Sumatra) und der Menthampher oder das Menthol $C_{10}H_{20}O$ aus Pfefferminzöl (das Material der Migränestifte).

XXIII. Harze.

66. Harze sind klebrige Ausschwitzungen verschiedener Gewächse (namentlich aus der Rinde), welche an der Luft erhärten und in Wasser unlöslich, in Alkohol löslich sind. Sie besitzen in der Regel einen eigentümlichen Geruch, welcher von einem Gehalt an ätherischem Öl herrührt.

Weichharze oder Balsame. Halbflüssig oder weich.

Terpentin. Fließt aus Einschnitten aus dem Stamm verschiedener Nadelhölzer; weiche, klebrige Masse, aus Terpentinöl und einem festen Harz (Fichtenharz) bestehend. Ersteres läßt sich durch Destillation mit Wasser daraus gewinnen. Der Rückstand von der Destillation heißt gekochter Terpentin; er bildet, wenn er bei gelinder Wärme geschmolzen wird, das Kolophonium oder Geigenharz. Durch Schmelzen geringerer Sorten von Fichtenharz wird das schwarze Pech oder Schusterpech gewonnen.

Kanadabalsam. Der Terpentin der Balsamkiefer (Vereinigte Staaten von Nordamerika und Kanada); dünnflüssig, klar und durchsichtig. Zum Einschliessen mikroskopischer Präparate und zur Herstellung achromatischer Linsen durch Zusammenkleben von Crown- und Flintglas.

Perubalsam von *Myroxylon peruiferum* (Südamerika); dunkelbraun, ölig, angenehm riechend. Benutzung in der Parfümerie.

Hartharze. Spröde und hart, leicht zerreiblich.

Benzoëharz. Angenehm riechend, in Alkohol leicht löslich (Benzoëtinktur). Sandarach, Dammar und Kopal. Alle drei zur Lack- und Firnisfabrikation dienend.

Gummilack oder Schellack, fließt aus den durch den Stich einer Schildlaus verwundeten Zweigen mehrerer ostindischer Feigenbäume. Harte, spröde, braune Masse, welche durch Chlor gebleicht werden kann (gebleichter Schellack). Zur Darstellung von Firnis, Tischlerpolitur und Siegellack.

Bernstein, fossiles Harz von der Ostseeküste in Preußen. Hellgelb, hart, politurfähig. Benutzung zu Schmucksachen etc.

Asphalt, Erdharz oder Judenpech. Findet sich schwimmend auf dem Toten Meer und dem ganz aus Asphalt bestehenden Pechsee auf der Insel Trinidad, am Kaspischen Meere und in Syrien (syrischer Asphalt), und an einigen andern Orten. Schwarz, in Alkohol unlöslich, in Äther, Benzin und Terpentin leicht löslich. Benutzung zur Darstellung von Asphaltlack oder Eisenlack, und mit Sand und Kalk gemischt als Pflastermaterial.

67. Gummiharze. Enthalten aufer einem harzigen Bestandteil noch Gummi oder Pflanzenschleim. Hierher gehören Weihrauch oder Olibanum, Myrrhe, Gummigutt und Asa foetida oder Teufelsdreck.

Federharze. Durch ihre Elastizität ausgezeichnet.

Kautschuk oder Gummi elasticum. Der eingetrocknete Milchsaft verschiedener in Ostindien und Südamerika einheimischer Bäume; gibt mit Schwefel verarbeitet das sehr elastische vulkanisierte Kautschuk, welches sich durch längeres Erhitzen auf 100—150° in Hartgummi oder hornisiertes Kautschuk umwandelt.

Guttapercha. Der eingetrocknete Milchsaft von *Isonandra gutta* (Ostindien); erweicht in Wasser und läßt sich dann in beliebige Formen kneten.

XXIV. Alkaloide oder Pflanzenbasen.

68. Stickstoffhaltige organische Verbindungen, welche wie die Alkalien der Mineralchemie mit Säuren wohlcharakterisierte Salze bilden. Sie finden sich fertig gebildet in verschiedenen Pflanzen, welche durch

giftige oder heilkräftige Wirkung ausgezeichnet sind, und können daraus im reinen Zustand abgeschieden werden.

Coniïn im Schierling, Nikotin im Tabak, Morphin im Mohnsaft, Strychnin und Brucin in den Krähenaugen, Atropin in der Tollkirsche, alle sechs energische Gifte; das Morphin und Atropin finden in kleinen Dosen medizinische Anwendung. — Chinin aus der Chinarinde als Heilmittel berühmt. — Theobromin in den Kakaobohnen und Kaffein oder Thein in den Kaffeebohnen und im chinesischen Thee.

XXV. Farbstoffe oder Pigmente.

69. Unter diesen Namen faßt man alle organischen Stoffe zusammen, welche sich durch eine besonders hervortretende Färbung auszeichnen und diese Farbe auf andre Stoffe zu übertragen vermögen (Färberei). Sie sind ihrer Abstammung und chemischen Natur nach sehr verschieden. Sie finden sich entweder fertig gebildet im Tier- und Pflanzenreich oder entstehen aus an sich ungefärbten Pflanzen- oder Tiersubstanzen (Chromogene) durch nachträgliche chemische Veränderung, z. B. durch Lufteinfluß (Oxydation), Einwirkung von Säuren, Ammoniak, durch Gärung etc.

Früher benutzte man ausschließlich natürliche Farbstoffe, jetzt fast nur solche, die auf künstlichem Wege dargestellt werden.

Natürliche Farbstoffe. Diese werden in der Regel aus den Pflanzen- und Tierstoffen, in denen sie enthalten sind, nicht erst extrahiert, sondern letztere bei der Bearbeitung selbst in Anwendung gebracht.

Krapp, die Wurzel der Färberröte, enthält mehrere Chromogene, aus denen mehrere rote Farbstoffe (besonders Alizarin und Purpurin) entstehen; wurde früher in der Türkischrotfärberei benutzt; jetzt durch das künstliche Alizarin verdrängt (s. u.).

Fernambuk, Rotholz oder Brasilienholz. Enthält ein farbloses Chromogen (Brasilin), welches durch Ammoniak tief karminrot wird.

Safflor, die getrockneten Blüten der Färberdistel (Persien). Enthält einen roten Farbstoff, das Carthamin.

Cochenille, die getrockneten Weibchen einer Schildlaus, welche auf verschiedenen Kaktusarten lebt (Zentralamerika und Ostindien). Liefert den Karmin.

Indigo. Ein blauer Farbstoff, welcher aus verschiedenen Arten der Indigopflanzen erzeugt wird (Westindien, Ostindien, Südamerika). Heißt im reinen Zustand Indigblau oder Indigotin.

Blauholz oder Kampscheholz (Zentralamerika). Enthält ein Chromogen, welches in alkalischer Lösung durch Absorption von Sauerstoff aus der Luft violett bis dunkelblau wird.

Außerdem sind zu nennen: rote Farbstoffe: Santelholz, Orseille oder Persio, Safflor und Alkanna; blaue: Lackmus; gelbe: Curcuma, Orlean und Safran.

Künstliche Farbstoffe. Diese werden in neuerer Zeit in großen Mengen aus verschiedenen Bestandteilen des Steinkohlenteers erzeugt. Darunter finden sich zwei, welche mit natürlichen Farbstoffen identisch sind: das Alizarin und das Indigblau. Alle übrigen sind Kunstprodukte, die in der Natur nicht vorkommen. Sie werden im allgemeinen Teerfarben genannt. Die meisten gewinnt man aus dem Benzol und dessen Homologen (s. S. 54), und zwar aus einem Derivate desselben, dem Anilin (Anilinfarben); andere aus Naphtalin, Anthracen und anderen Kohlenwasserstoffen der aromatischen Reihe.

XXVI. Eiweißkörper, Proteinsubstanzen oder Albuminate.

70. Mit diesem Namen bezeichnet man eine im Pflanzen- und Tierkörper sehr verbreitete Klasse stickstoffhaltiger organischer Verbindungen, welche für die Natur und das Leben der Organismen jedenfalls von höchster Bedeutung sind. Sie bestehen aus C, H, O und N, und die meisten enthalten außerdem noch geringe Mengen von S und P (letzteren als Phosphorsäure). Ihre Verbreitung in den beiden organischen Reichen ist aber eine verschiedene: die Pflanze besteht nur zum kleineren Teil aus Eiweißkörpern, welche sich hier besonders in den Samen finden. Der Leib des Tieres aber ist zum größeren Teil aus Eiweißkörpern zusammengesetzt.

Die Eiweißkörper kommen in einer löslichen und einer unlöslichen Modifikation vor, und je nach der Art, wie jene in diese übergeht (koaguliert), unterscheidet man drei Hauptarten: 1. Eiweiß oder Albumin, in Wasser löslich, koaguliert durch Erhitzen; 2. Globulin, in Wasser unlöslich, in verdünnter Kochsalzlösung löslich, darin beim Erhitzen koagulierend; 3. Fibrin oder Faserstoff (scheidet sich freiwillig aus der Lösung ab); 4. Kasein oder Käsestoff (koaguliert durch Versetzen mit Säuren).

1. **Albumine.** a. Eiereiweiß oder Hühnereiweiß in den Eiern. — b. Bluteiweiß im Blut. — c. Pflanzeneiweiß in den Säften der Pflanzen verteilt. Gerinnt beim Erhitzen über 60° zu einer weichen, gallertartigen, in Wasser unlöslichen Masse.

2. **Globuline** namentlich in Pflanzensamen als körnige, dem Stärkemehl ähnliche Gebilde abgelagert, die häufig ein sogen. Kristalloid einschließen: a. Legumin in Erbsen Bohnen und Linsen. — b. Conglutin in Lupinen, Mandeln, Pfirsichkernen, Haselnüssen etc. — Eine Globulinsubstanz ist auch das Vitellin im Eigelb.

3. **Fibrine**. a. Blutfibrin, scheidet sich aus dem Blut ab, sobald dieses aus der Ader gelassen ist. Beim Schlagen des Blutes ballt es sich zu einer weissen, zähen, elastischen Masse zusammen. — b. Muskelfibrin oder Myosin. Die Haupts substanz der Muskeln; in den frischen Muskelfasern in halbflüssigem Zustand; erstarrt nach dem Tode (Totenstarre). — c. Pflanzenfibrin, ein Bestandteil des Klebers (Gluten), welcher aus dem Mehl verschiedener Getreidesamen, besonders des Weizens, durch Kneten mit Wasser gewonnen werden kann.

4. **Kasein**, der Käsestoff, findet sich besonders in der Milch gelöst und kann daraus durch Zusatz von Säuren oder durch die Schleimhaut des Kälbermagens (Lab) in koaguliertem Zustand abgeschieden werden (Quark). —

Außer diesen Eiweißkörpern sind noch zu nennen: das Mucin, ein Bestandteil des tierischen Schleims; des Keratin oder die Hornsubstanz der Hörner, Klauen, Nägel, Federn und der Epidermis.

Hierher gehören ferner die sogenannten

Leimsubstanzen oder **Albuminoide**, welche durch Kochen von Knochen und Knorpeln aus der organischen Substanz der letzteren entstehen: Knochenleim, Glutin oder Gelatine aus der Knochensubstanz, Knorpelleim oder Chondrin aus der Knorpelsubstanz.

Fermente. Endlich schliessen sich den Eiweißkörpern noch einige eigentümlich wirkende stickstoffhaltige Substanzen an, welche bei den Gärungsprozessen (s. Gärung) eine Rolle spielen und Fermente genannt werden; z. B. die Diastase in den gekeimten Gerstensamen, das Ptyalin im Mundspeichel, das Pepsin im Magensaft und das Trypsin im Bauchspeichel. Diese Stoffe sind im reinen Zustand nicht bekannt.

XXVII. Die organischen Wesen oder Organismen.

71. Der Körper der Pflanzen und Tiere besteht aus einer grossen Zahl chemischer Verbindungen, welche zum überwiegend grössten Teil der organischen Chemie angehören und nur zum kleineren Teil anorganischer (mineralischer) Natur sind.

Letztere bestehen hauptsächlich aus Chloriden, Phosphaten, Sulfaten und Carbonaten des Kaliums, Natriums, Calciums und Magnesiums, welche teils in den

Säften gelöst, teils in festem Zustande in den Organen abgelagert sind; außerdem enthalten die Organismen stets geringe Mengen Eisen und Kieselsäure, welche letztere indes bei einigen Pflanzenfamilien, z. B. bei den Gramineen, einen erheblichen Bruchteil der mineralischen Substanzen ausmacht. Diese anorganischen Substanzen bleiben nach der vollständigen Verbrennung der organischen Wesen als Asche zurück.

Die Elementargebilde der organischen Wesen sind die Zellen: rundliche, eiförmige oder durch Druck polyëdrische Bläschen oder Schläuche, welche nur mit dem Mikroskop erkannt werden können. Ihre Wände bestehen bei den Pflanzen aus Cellulose, bei den Tieren aus Proteïnsubstanzen. Die Zellen bilden, indem sie sich in größerer Zahl vereinigen, die Organe des Pflanzen- und Tierkörpers. Ihr Inhalt besteht bei den weicheren Körperteilen aus wässerigen Lösungen verschiedener organischer und anorganischer Substanzen (Säfte) oder aus halbflüssigem Material; bei den harten Körperteilen (Holz, Knochen etc.) aus abgelagerten festen Substanzen, wodurch die betreffenden Organe ihre Festigkeit und Widerstandsfähigkeit erlangen.

Das Leben der Organismen besteht in einem fortdauernden Austausch und einer unausgesetzten chemischen Veränderung des Zellinhalts, wobei das Wasser als Lösungsmittel die vermittelnde Rolle spielt. Dieser Austausch erfolgt durch die Zellwände hindurch (Endosmose). Die dadurch bedingten chemischen Vorgänge sind in den einzelnen Organen sehr verschieden, folgen aber während des ganzen Lebens der Organismen bestimmten Gesetzen. Die Auffindung dieser Gesetze ist die Aufgabe der Physiologie.

1. Die Pflanze.

72. Allgemeine Pflanzenbestandteile, welche in allen Pflanzen vorkommen: Kohlehydrate, a. Cellulose, die Substanz der Zellwände; b. Stärkemehl, in den Zellen abgelagert; c. Zucker, im Zellsaft gelöst. — Fette, je nach den Pflanzenspezies verschiedener Art, teils in geringer Menge in allen Organen verbreitet, teils in besonderen Organen in reichlicher Menge angesammelt. — Proteïnsubstanzen, namentlich Eiweiß in löslichem Zustand in den einzelnen Organen verteilt. — Chlorophyll oder Blattgrün, der grüne Farbstoff der Blätter.

Besondere Pflanzenbestandteile, welche nur einzelnen Pflanzen oder Pflanzenfamilien eigen sind: Organische Säuren (frei oder an Basen gebunden), gewisse Eiweißkörper oder Proteïnsubstanzen (Legumin in den Samen der Leguminosen, Pflanzenfibrin oder Kleber in den Getreidesamen), Alkaloide (s. S. 69), Ätherische Öle und Harze (s. S. 68), Farbstoffe (namentlich in den Blüten), Bitterstoffe, Gerbstoffe u. dergl. m. (s. S. 70).

In Rücksicht auf die Benutzung der Pflanzen als Nahrungsmittel für Menschen und Tiere unterscheidet man stickstoffhaltige (Nh) und stickstofffreie (Nl) Pflanzenbestandteile. Zu den stickstoffhaltigen (abgesehen von den Alkaloiden) gehören nur die Proteïnsubstanzen; alle

übrigen sind stickstofffrei. Die relativen Mengen von Nh und Nl sind zwar in einzelnen Pflanzen und Pflanzenteilen sehr verschieden, doch überwiegen stets die stickstofffreien. Das Durchschnittsverhältnis von Nh zu Nl in der ganzen Pflanze beträgt etwa 1 : 4.

Ernährung und Wachstum der Pflanze. Die Pflanze zieht ihre Nahrung zum Teil aus dem Boden durch die Wurzeln, zum Teil aus der Luft durch die Spaltöffnungen der Blätter. Die höheren Gewächse leben nur von anorganischem Material und zwar nur von oxydierten Substanzen: Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure (letztere entsteht innerhalb des Ackerbodens durch Oxydation von Ammoniak oder organischen, stickstoffhaltigen Bodenbestandteilen). Die Kohlensäure nimmt die Pflanze zum größten Teil aus der Luft. Außer diesen drei Hauptnahrungsmitteln, welche die vier organischen Elemente C, H, O und N (die sogenannten Organoiden) liefern, bedarf sie nur noch einer geringen Menge Mineralbestandteile, welche sie durch die Wurzeln aus dem Boden aufnimmt: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure und Eisen.

Aus diesen wenigen chemischen Verbindungen baut sich der Pflanzenkörper auf. Die zahlreichen organischen Substanzen, aus denen er besteht, werden unter dem Einfluß des Lichts in den Zellen gebildet, wobei ein beträchtlicher Teil des in den genannten Oxyden enthaltenen Sauerstoffs im freien Zustand abgeschieden und durch die Spaltöffnungen der Blätter ausgeatmet wird. Das Pflanzenwachstum ist im großen und ganzen ein Reduktionsprozeß. In welcher Art und Reihenfolge die jedenfalls sehr zahlreichen chemischen Vorgänge verlaufen, durch welche aus Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure die überaus zahlreichen Bestandteile des Pflanzenkörpers gebildet werden, darüber ist bis jetzt nichts Sicheres bekannt.

2. Das Tier.

73. Der Bau des tierischen Körpers ist bei den verschiedenen Tierklassen sehr verschieden. Hier sollen nur die höheren Tiere, insbesondere der Mensch, in Betracht gezogen werden.

Hauptbestandteile (Organe) des tierischen Körpers sind: Knochen und Knorpel, Bänder, Muskeln und Sehnen, Gefäße (für Blut, Chylus und Lymphe), Nerven, Bindegewebe, äußere Haut, Schleimhäute, Verdauungsorgane und Sinnesorgane. Die chemischen Bestandteile dieser Organe sind teils feste (von Wasser aufgequellte) Substanzen, die sogen. Gewebe, teils halbflüssige und gelöste Stoffe. Die letzteren sind der Menge nach überwiegend. Sie durchdringen die Gewebe und bilden den Inhalt der Zellen, oder zirkulieren in besonderen Gefäßen (Blut, Chylus, Lymphe), oder werden von gewissen Organen (Drüsen) abgesondert (sezerniert), um an den Ernährungsvorgängen teilzunehmen (Speichel, Magensaft, Bauchspeichel, Darmsaft, Galle), oder den Körper als Abgangsstoffe zu verlassen (Milch, Harn, Schweiß).

Der menschliche Körper im groſsen und ganzen besteht aus etwa 72—75 p. z. Wasser und 28—25 p. z. festen Substanzen. Letztere sind zum überwiegend gröſten Teil Proteinsubstanzen: Myosin in den Muskeln, Fibrin bildende Substanz und Eiweiß in der Blutflüssigkeit, Albuminoide (leimgebende Substanzen) in den Knochen und Knorpeln, im Bindegewebe, in den Sehnen und Bändern und in der äußeren Haut, Keratin (Hornsubstanz) in den Haaren und Nägeln und in der Epidermis. Alle diese Substanzen sind also stickstoffhaltig (Nh), nur das Fett und der Zucker (der im gesunden Körper nur in geringen Mengen vorkommt) sind stickstofffrei (Nl).

Ernährung des Tierkörpers. Der tierische Organismus kann seine Körperbestandteile nur aus fertig gebildetem organischen Material erzeugen, ist deshalb mit seiner Ernährung auf das Pflanzenreich, welches solche Stoffe aus anorganischem Material produziert (s. o.), angewiesen.

Die *Herbivoren* sind so organisiert, daß sie nur von vegetabilischer Nahrung leben; die *Carnivoren* nehmen nur animalische Nahrung auf, die *Omnivoren*, zu denen auch der Mensch gehört, verarbeiten gemischte Kost. Die Nahrungsmittel erleiden in den Verdauungsorganen eine derartige chemische Veränderung, daß sie in die Blutgefäße aufgenommen und hier in Blut umgewandelt werden können, aus dem sich dann sämtliche Körperteile bilden.

Die *Verdauungsorgane* sind: Mund, Speiseröhre, Magen, Zwölffingerdarm, Dündarm, Dickdarm, Grimmdarm und Mastdarm, welche mit Ausnahme der Speiseröhre sämtlich unterhalb des Zwerchfells im Unterleib liegen. Dazu gehören ferner die Bauchspeicheldrüse zur Linken, und die Leber mit Gallenblase zur Rechten des Zwölffingerdarms; von beiden münden Kanäle in den letzteren ein, durch welchen sich während der Verdauung Flüssigkeiten (Bauchspeichel und Galle) in den Darm ergießen.

74. Verdauung. Die Speisen werden im Mund gekaut und mit Speichel durchmischt. Schon hier beginnt die Verdauung, indem das unlösliche Stärkemehl der Nahrung durch das diastatische Ferment des Speichels (Ptyalin) in löslichen Zucker umgewandelt wird.

Im Magen setzt sich die Verdauung fort, nimmt aber einen andern Charakter an: sobald die nervenreiche Schleimhaut desselben durch die eintretenden Nahrungsmittel gereizt wird, ergießen sich aus den in der Magenwand liegenden Labdrüsen reichlichere Mengen von Magensaft. Dieser ist eine sehr verdünnte Lösung von freier Salzsäure und Pepsin, durch deren Einwirkung die Eiweißkörper in Peptone umgewandelt werden und dadurch die Fähigkeit erlangen, durch die Häute des Verdauungskanals in die Gefäße zu diffundieren und auf diesem Wege in das Blut zu gelangen. (Im unveränderten Zustand sind die Eiweißkörper nicht fähig, die Häute des Magens und Darms zu durchdringen, würden also den Darmkanal unverändert wieder verlassen und für die Ernährung des Körpers verloren sein.) Durch fortwauernde peristaltische Bewegungen des Magens wird der Inhalt desselben vielfach mit der Schleimhaut in Berührung gebracht und die Magenverdauung beschleunigt. Auf diese Weise wird ein dünner Brei (Speisebrei oder Chymus) hergestellt, welcher den Magen durch seine Ausgangsöffnung (den Pförtner) verläßt. Der Chymus besitzt stark saure Reaktion.

Im Zwölffingerdarm wird die Verdauung durch Zufluß des Bauchspeichels und der Galle weiter fortgesetzt, indem jener durch sein Trypsin die Löslichmachung

der Eiweiskörper vollendet, auch wohl auf Stärkemehl, welches der Speichelveauung entgangen ist, und auf das Fett der Nahrung einwirkt, indem er letzteres emulgiert (S. 64), so dafs es mit dem wässerigen Brei vollkommen mischbar wird

und die feuchten Membranen der Darmhaut ungehindert durchdringen kann. Diese letztere Wirkung scheint auch die Galle auszuüben, deren Funktion wahrscheinlich eine mannigfaltige, aber in ihren Einzelheiten noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist. Durch die Beimengung des Bauchspeichels und der Galle nimmt der Chymus eine milchige Beschaffenheit an und heifst nun Milchsaft oder Chylus.

Im Dünndarm mischt sich dem Chylus der alkalische Darmsaft bei, wodurch jener selbst eine alkalische Reaktion annimmt.

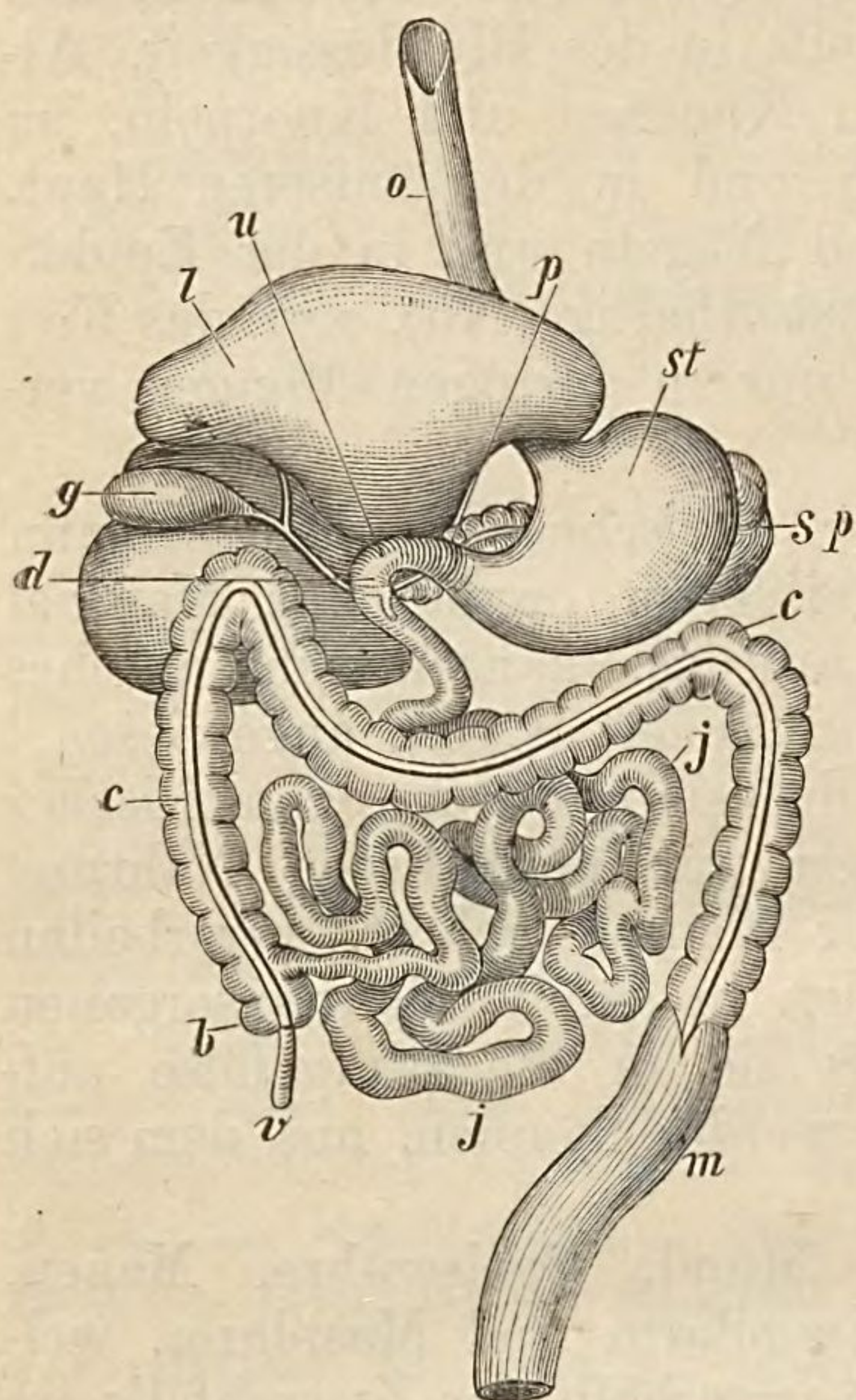


Fig. 58.
Schematische Darstellung der Verdauungsorgane.

75. Hiermit ist die Verdauung vollendet. Ihr Werk besteht darin, die Hauptbestandteile der Nahrung: Eiweiskörper, Kohlehydrate und Fette in einen solchen Zustand überzuführen, dafs sie sich wie die Peptone und der Zucker in Wasser vollkommen lösen, oder wie die Fette in feinste Tröpfchen zerteilen. Dies ist durchaus erforderlich, da der Verdauungskanal vollkommen geschlossen ist, also ein Übergang der gelösten Nahrungsstoffe in den Körper nur dann geschehen kann, wenn diese die häutigen Wände des Kanals durchdringen können.

Dieser Prozeß (Resorption der Nahrungsstoffe) beginnt jedenfalls schon im Magen, wo sicherlich ein grofser Teil der Peptone und des Zuckers unmittelbar in die zahlreichen zartwandigen Blutgefäße, welche in der Magenschleimhaut liegen, eintritt. Im Dünndarm vollendet sich dann die Resorption, doch gelangen von hier aus die löslichen Bestandteile des Chylus nicht direkt ins Blut, sondern zuerst in die Chylusgefäße, welche als haarfeine Kanälchen mit eigentümlich geformten Enden in sehr grofser Zahl (mehrere Millionen) von außen her in die Darmwand eindringen und den Chylus aufsaugen. Diese feinen Enden der Chylusgefäße vereinigen sich dann zu stärkeren und immer stärkeren, welche den Chylusstrom zuletzt durch den Brustlymphstamm empor bis zur linken Schulter führen und hier in das Adersystem einmünden.

Auf diese Weise mischen sich nach jeder Mahlzeit neue Mengen Nahrungsstoffe dem Blute bei und werden auf ihrem weiteren Wege selbst in Blut umgewandelt.

Das Blut besteht aus einer farblosen Flüssigkeit (dem Plasma), in welcher die Blutkörperchen oder die Blutzellen schwimmen. Das Plasma ist eine wässerige Lösung von Eiweifs, fibrinbildender Substanz und Salzen, enthält ferner etwas Fett und außerdem verschiedene Zersetzungsprodukte des Körpers. Die Blutkörperchen sind rot oder farblos; jene sind in

überwiegender Mehrzahl vorhanden (wahrscheinlich bilden sich aus dem Chylus weiße Blutkörperchen, und aus diesen dann die roten).

Der Zentralpunkt für die Blutbewegung ist das Herz, welches aus zwei völlig getrennten Abteilungen (dem rechten und dem linken Herzen) besteht. Jede dieser Abteilungen besteht wiederum aus der kleineren Vorkammer und der größeren Herzkammer, welche durch Klappen miteinander verbunden sind. Durch rhythmische Zusammenziehung des Herzens wird das Blut in die Adern gepreßt und durch den Körper getrieben, um zuletzt wieder zum Herzen zurückzukehren.

Die Adern, welche das Blut vom Herzen wegführen, heißen Arterien, diejenigen, durch welche es zum Herzen zurückkehrt, Venen.

Der große Kreislauf des Blutes beginnt bei der linken Herzkammer, von hier aus tritt es in die große Schlagader oder Aorta, welche sich bald verzweigt und in immer feinere Gefäße, zuletzt in haarfeine Röhrchen (Kapillaren oder Haargefäße) teilt, welche mit wenig Ausnahmen (Haare, Nägel, Epidermis etc.) in allen Körperteilen liegen. Auf diese Weise wird das Blut durch den ganzen Körper verteilt. Die Kapillaren vereinigen sich wieder zu kleinen und diese zu größeren und immer größeren Venen, welche das zurückkehrende (venöse) Blut schließlich in die rechte Vorkammer und aus dieser in die rechte Herzkammer führen. Hiermit ist der große Kreislauf geschlossen, auf welchen unmittelbar

Der kleine Kreislauf folgt; derselbe führt aus der rechten Herzkammer durch die zahlreichen Haargefäße der Lunge und von hier aus sogleich wieder zurück durch die linke Vorkammer zur linken Herzkammer, womit der große Kreislauf von neuem beginnt.

Auf seinem Wege durch die Lunge (kleiner Kreislauf) nimmt das Blut durch die dünnen Wandungen derselben Sauerstoff auf und führt denselben dann (großer Kreislauf) in alle Provinzen des Körpers. Durch die Haargefäße gelangt er in die Gewebe und oxydiert dieselben zum Teil, wodurch Wärme erzeugt wird (Ursprung der Körperwärme). Zugleich dringt Plasma durch die zarten Wände der Haargefäße und dient zur Bildung neuer Körpersubstanz, welche die durch den Sauerstoff oxydierte ersetzt (Stoffwechsel). Die Oxydationsprodukte (namentlich Kohlensäure und Harnstoff) werden durch das venöse Blut zurückgeführt. Sobald dieses zur Lunge kommt, scheidet es einen Teil seiner Kohlensäure ab, nimmt dafür wieder Sauerstoff auf und wird so von neuem befähigt, den Stoffwechsel zu unterhalten. — Auf der Bahn des großen Kreislaufs gelangt fortwährend ein Teil des arteriellen Blutes durch die Nieren, in denen die für die Ernährung untauglichen flüssigen und festen Oxydationsprodukte (namentlich Harnstoff und gewisse Salze) abgeschieden werden, um von hier aus in die Harnblase zu gelangen. Ein anderer Teil des arteriellen Blutes gelangt in die Haargefäße der Haut und sondert hier durch die Schweißdrüsen den Schweiß ab, welcher gleichfalls einen Teil der Oxydationsprodukte (etwas Harnstoff, Kohlensäure und Salze) aus dem Körper abführt. Durch Zufuhr frischer Nahrungsbestandteile aus dem Verdauungskanal und Abfuhr der Zersetzungsprodukte (Auswurfstoffe) durch Lunge, Nieren und Haut erhält sich das Körpergleichgewicht.

XXVIII. Nahrungsmittel.

76. Man unterscheidet eigentliche Nahrungsmittel und Genußmittel.

1. **Eigentliche Nahrungsmittel.** Die Stoffe, welche der Mensch zur Bereitung seiner Speisen verwendet, sind sehr verschiedener Art, doch lassen sich die in ihnen enthaltenen Nährsubstanzen auf wenige chemische Körperklassen zurückführen. Es sind a. die stickstoffhaltigen Nährstoffe, zu denen nur die Proteinsubstanzen oder Eiweißkörper gehören, und b. die stickstofffreien Nährsubstanzen: Kohlehydrate und Fette.

Da der menschliche Körper zum größten Teil aus Proteinsubstanzen besteht, von diesen aber fortwährend ein gewisser Teil zerstört (oxydiert) wird, so muß für diesen Verlust, wenn der Körper seine normale Beschaffenheit hehalten soll, fortwährend Ersatz an Proteinstoffen geschaffen werden. Wird dieser Ersatz nicht in vollem Umfang geboten, so kann die Ernährung nur eine unvollkommene sein. Aus diesem Grunde sind diejenigen Nahrungsmittel, welche reich an Proteinsubstanzen sind, unbedingt die wichtigsten. Da aber auch stickstofffreie Substanzen, namentlich Fett, zu den Körperbestandteilen gehören, und diese während des Stoffwechsels ebenfalls Zerstörung erleiden und wieder ersetzt werden müssen, so ist ein angemessener Gehalt der Nahrung an stickstofffreien Nährstoffen durchaus geboten. Das beste Mischungsverhältnis beider in der Nahrung beträgt etwa 1 : 3 bis 1 : 3,5. Hiernach ist der Nährwert der einzelnen Nahrungsmittel zu bemessen, und wenn man dieselben danach klassifizieren will, so ist ihr Gehalt an stickstoffhaltiger Substanz oder Eiweißkörpern und an stickstofffreier Substanz (Kohlehydrate und Fett) maßgebend.

Animalische Nahrungsmittel.					Vegetabilische Nahrungsmittel.				
Namen.	Wasser.	Eiweißkörper.	Fett.	Kohlehydrate.	Namen.	Wasser.	Eiweißkörper.	Fett.	Kohlehydrate.
Magerfleisch	75	20	5	—	Hülsenfrüchte	14	24	3	56
Eier	75	14	10	—	Weizenmehl, fein . .	15	9	1	75
Milch	84	4	6	4	„ „ „ „ „ „ „ „ „ „	14	12	1	72
Käse (deutsch) . . .	40	42	7	3	Roggenmehl	14	11	2	72
„ (schweizer). . .	36	25	30	5	Weizengebäck	36	6	1	52
Butter	10	5	85	—	Roggenbrot	44	6	1	48
Talg	2	1	97	—	Kartoffeln	75	2	1	20
Speck	10	3	78	—	Grüne Gemüse . . .	90	2	1	6

Die Zahlen dieser Tabellen sind nur Mittelwerte, sie geben aber ein Bild von dem Nährwert der verschiedenen Nahrungsmittel. Obenan stehen die animalischen Nahrungsmittel durch ihren hohen Gehalt an Eiweiß, welches überdies meistens leicht verdaulich ist, d. h. mit einem nur geringen Aufwand organischer Kraft durch den Verdauungs-

prozeß in den assimilierbaren Zustand übergeführt wird. Von den vegetabilischen Nahrungsmitteln zeichnen sich vor allem die Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen, Linsen) durch ihren hohen Eiweißgehalt aus, welcher den der Fleischsorten sogar noch etwas übertrifft. Allein dies ist zunächst eine Folge des bedeutend geringeren Wassergehalts der Hülsenfrüchte im Vergleich mit frischem Fleisch, so daß, auf gleiche Mengen Trockensubstanz berechnet, der Eiweißgehalt jener hinter dem des Fleisches bedeutend zurückbleibt. Außerdem wird das Legumin bedeutend schwerer verdaut als das Myosin des Muskelfleisches oder das Albumin der Eier, so daß die Leguminosen keineswegs dem Fleisch gleichwertig sind. Immerhin müssen sie als vortreffliche Pflanzennahrungsmittel angesehen werden. Alle übrigen Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreich stehen in bezug auf ihren Eiweißgehalt ganz bedeutend zurück, sind also für sich zur Ernährung entweder gar nicht, oder nur sehr unvollkommen geeignet. Sollte z. B. durch Mehlspeisen, Gemüse oder Kartoffeln der für den Stoffwechsel nötige Eiweißbedarf beschafft werden, so müßten davon so enorme Mengen aufgenommen werden, daß sie der Verdauungsapparat gar nicht bewältigen könnte.

Dagegen sind die vegetabilischen Nahrungsmittel durchaus nützlich, ja notwendig als Beigabe zur animalischen Kost, da nur hierdurch das günstigste Verhältnis zwischen Eiweiß und stickstofffreien Nährstoffen hergestellt werden kann.

77. 2. Genußmittel. Hierzu gehören die verschiedenen Obstarten, die Gewürze (Pfeffer, Muskatnuß, Zimt, Nelken, Vanille, Ingwer, Senf, Zwiebeln, Knoblauch, Petersilie etc.), die Fleischbrühe, die alkoholischen Getränke, der Kaffee und der Thee. Ihre Bedeutung besteht darin, daß jedes derselben eine eigentümliche Wirkung auf die Nerven, zunächst auf die des Verdauungskanals, ausübt und dadurch die Verdauungsarbeit erleichtert und beschleunigt; einige derselben (z. B. die alkoholischen Getränke, Kaffee und Thee) äußern überdies eine ihrer Art nach wohlbekannte Wirkung auf das zentrale Nervensystem und werden deshalb besonders geschätzt.

Die Gewürze wirken besonders durch ihren Gehalt an ätherischem Öl, welches den Geschmack verbessert und den Appetit steigert. Im Magen erhöhen sie den Blutandrang und veranlassen eine lebhaftere Sekretion des Magensafts. Bei zu reichlichem Genuß bringen sie aber leicht eine Überreizung hervor, deren Folgen für den Organismus nur von Nachteil sind.

Fleischbrühe und Fleischextrakt wirken besonders durch ihren Gehalt an Salzen und einigen löslichen, sogenannten Extraktivstoffen reizend auf die Nerven der Magenschleimhaut, jedoch bedeutend milder als die Gewürze. Da bei ihrer Bereitung sämtliche Eiweißkörper und auch das Fett des Fleisches abgeschieden werden, also nicht in Lösung gehen, so haben beide für sich als Nahrungsmittel keinen Wert.

Kaffee und Thee werden besonders wegen ihrer aufregenden, das Ermüdungsgefühl beseitigenden Wirkung geschätzt, welche dem in

beiden enthaltenen Kaffein (Thein) zuzuschreiben ist. Die Wirkung von Kaffee und Thee auf das zentrale Nervensystem ist unzweifelhaft, und jedenfalls beeinflussen beide auch den Stoffwechsel; doch sind die Meinungen, in welcher Weise dies geschieht, zur Zeit noch geteilt.

Die alkoholischen Getränke (Branntwein, Wein, Bier) wirken als Genußmittel hauptsächlich durch ihren Gehalt an Alkohol, welcher bei mäßigem Genuß und in entsprechender Verdünnung als Zugabe zur Nahrung von Vorteil ist. Ihre allgemeine Verbreitung haben die Spirituosen aber nur ihrer aufregenden, berauschenden Wirkung zu verdanken, welche mit einer Steigerung des Wärmegefühls, einer vorübergehenden Vermehrung der Gehirnthätigkeit und einer ebenfalls vorübergehenden Erhöhung des Kraftgefühls und der organischen Leistungsfähigkeit verbunden ist; fortgesetzter Alkoholgenuß führt zu bedeutenden Störungen der Verdauungsorgane, vermindert die Elslust, wirkt verändernd auf die Zusammensetzung wichtiger Organe, setzt die geistige Thätigkeit herab und untergräbt in dieser Weise die Gesundheit des Körpers völlig.

Das Kochsalz, die einzige Substanz aus dem Mineralreich, welche der menschlichen Nahrung zugesetzt wird, kann man zwar insofern zu den Genußmitteln rechnen, als es an der Bildung der Körpersubstanz keinen direkten Anteil nimmt, allein zum Unterschied von den übrigen Genußmitteln ist es gleichwohl für die Ernährung unentbehrlich, weil es einen normalen Bestandteil des Blutes bildet und jedenfalls dazu dient, die für die Verdauung nötige Salzsäure im Magensaft zu liefern.

XXIX. Gärung, Fäulnis und Verwesung.

78. Die organischen Substanzen des Tier- und Pflanzenkörpers unterliegen nach dem Tode der Organismen, oder nachdem sie vom lebenden Körper getrennt sind, einer Reihenfolge von rückläufigen Prozessen, wodurch sie zunächst in einfachere Verbindungen zerfallen und schließlich wieder in dieselben Substanzen übergehen, aus denen der Pflanzenkörper das Material für seine Ernährung schöpft: Kohlensäure, Wasser und Ammoniak (Salpetersäure). Hierdurch vollendet sich der Kreislauf des Stoffs, der das Werden und Vergehen der organischen Wesen in sich schließt.

Die Gesamtheit dieser Zersetzungs- und Umbildungsprozesse nennt man Gärung, Fäulnis und Verwesung, welche Begriffe in der Regel nicht streng auseinander gehalten und häufig miteinander wechselt werden.

Gärung ist der allgemeine Name für gewisse Zersetzungs- und Umwandlungsprozesse, welche gewisse organische Substanzen pflanzlicher und tierischer Abstammung anscheinend freiwillig, in Wahrheit aber nur unter dem Einfluß sogenannter Fermente oder Gärungserreger erleiden.

Substanzen, welche der Gärung unterliegen können, werden gärungsfähige Substanzen genannt. Zu ihnen gehören hauptsächlich die Kohlehydrate und Eiweiskörper. Die Gärung derselben besteht fast immer darin, daß sich die zusammengesetzten, Moleküle zerlegen, z. B. Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure (Alkoholgärung), oder in Milchsäure (Milchsäuregärung); Milchsäure in Buttersäure etc. (Buttersäuregärung); Eiweiskörper in eine große Reihe anderer Substanzen, darunter namentlich verschiedene organische Säuren, Phenole, sogenannte Fäulnisalkaloide oder Ptomaine, Kohlensäure, Sumpfgas, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff etc. (Fäulnisgärung oder schlechtweg Fäulnis).

Verwesung ist ein Oxydationsprozeß unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs. Hierbei werden die organischen Substanzen entweder direkt verbrannt oder zersetzen sich, wenn sie gärungsfähig sind, in der Regel zuerst in ihre Gärungs- (Fäulnis-)produkte, welche dann schließlich der langsamen Verbrennung anheimfallen. Der Kohlenstoff verbrennt hierbei zu Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser und der Stickstoff schließlich zu Salpetersäure.

79. Als notwendige Ursache aller Gärungserscheinungen hat man das Vorhandensein von Fermenten erkannt.

Die Fermente sind entweder wirklich organisierte (lebende) Wesen von äußerster Kleinheit: geformte Fermente, niedere Organismen (Mikroorganismen, Pilze, Bakterien etc.), oder nichtorganisierte organische Substanzen: ungeformte Fermente.

Die Keime der geformten Fermente befinden sich im Staub der Luft, in unreinem Wasser etc. Sie entwickeln sich, sobald sie mit gärungsfähigen Substanzen in Berührung kommen, unter günstigen Umständen mit großer Lebhaftigkeit, vermehren sich, sterben wieder ab, und unterdessen vollzieht sich die Zersetzung der organischen Substanz. Diese niederen Wesen sind mikroskopisch klein; sie bilden zahlreiche Arten, welche sich durch ihre Gestalt, durch die Art und Weise ihrer Fortpflanzung und durch die Bedingungen ihrer Entwicklung unterscheiden. Sie leben auf Kosten der organischen Substanz, welche sie zerstören. Die Art und Weise, in welcher ihre Lebensfunktionen mit der Zersetzung der gärungsfähigen Substanz zusammenhängen, ist noch rätselhaft, doch scheint für jede Art von Gärung ein besonderes Ferment nötig zu sein, z. B. Alkoholferment oder Hefe (Bierhefe, Weinhefe etc.), Milchsäureferment, Buttersäureferment, Fäulnisbakterien etc. Sie bedürfen zwar zu ihrer Entwicklung des Sauerstoffs, doch vermögen viele von ihnen diesen der gärungsfähigen Substanz zu entnehmen und können sich deshalb auch ohne Luftzutritt entwickeln. Daher gehen viele Gärungsprozesse, insbesondere die Fäulnis, auch in völlig geschlossenen Räumen von statten, sobald nur durch einmalige Berührung des gärungsfähigen Körpers mit der Luft Fermentkeime auf die betreffende Substanz übertragen worden sind.

Hauptbedingung für ihre Entwicklung und somit auch für den Eintritt der Gärung ist das Vorhandensein von Feuchtigkeit und

eine angemessene Temperatur: bei 0° hört alle Gärung auf, und durch Temperatur über 60° werden die Fermente getötet. Daher lassen sich organische Substanzen sowohl durch niedere Temperatur (Eis) als auch durch Einschließen in luftdichte Gefäße und nachheriges Erhitzen auf 60° bis 100° (Konservierung von Nahrungsmitteln nach der Appertschen Methode in Blechbüchsen und Pasteurisieren des Weins) vor Gärung und Fäulnis bewahren.

Ob auch für die Verwesung das Vorhandensein niederer Organismen nötig ist, ist, obzwar wahrscheinlich, doch nicht mit Sicherheit bewiesen. Dagegen liegen begründete Ursachen für die Annahme vor, daß die Verbreitung und Entwicklung der ansteckenden oder Infektionskrankheiten auf die Einwanderung niederer Organismen in den Tierkörper zurückzuführen ist.

Die ungeformten Fermente sind stickstoffhaltige, lösliche, organische Substanzen, welche sich nur innerhalb lebender (pflanzlicher oder tierischer) Zellen bilden und aus denselben durch Diffusion austreten können. Hierher gehören z. B. die Diastase, welche sich beim Keimen der Gerste (Malz) aus dem Kleber entwickelt, und das Ptyalin im Speichel, ferner das Pepsin im Magensaft, und das Trypsin in der Bauchspeicheldrüse, welche die Hauptagenzien bei der Verdauung der Nahrungsmittel sind. Die Diastase und das Ptyalin verwandeln Stärkemehl in Zucker, das Pepsin und Trypsin Eiweißkörper in Peptone.

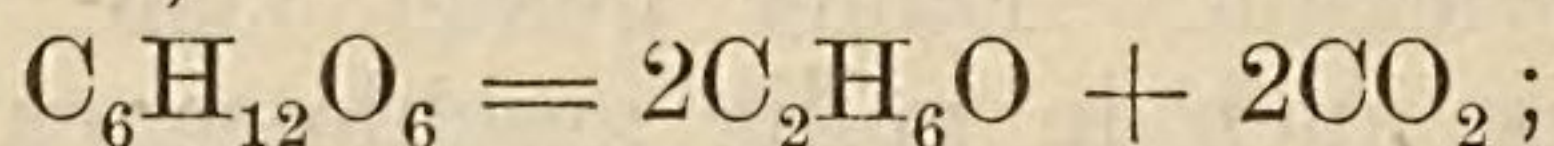
Auch die ungeformten Fermente wirken nur bei Gegenwart von Wasser und bei mittleren Temperaturen, am besten zwischen 20° und 40°; über 70° oder 80° verlieren sie ihre Wirksamkeit.

XXX. Zymotechnik.

Die chemische Technik zieht von den Gärungs-, Fäulnis- und Verwesungsprozessen einen gewissen Nutzen, indem sie einige derselben zur Herstellung wertvoller Materialien benutzt.

1. Alkoholgärung.

80. Der gärungsfähige Zucker, namentlich Traubenzucker und Fruchtzucker, zerfällt unter dem Einfluß eines sich entwickelnden geformten Ferments (Hefe) in Kohlensäure und Alkohol:



doch verlaufen daneben stets noch andre Gärungen, bei denen andre Produkte in geringer Menge, besonders Glycerin und Bernsteinsäure, entstehen, die sich ebenfalls aus dem Zucker bilden.

Dieser Prozeß wird für die Darstellung der gegorenen Getränke

(Spirituosen) verwertet. Alle zuckerhaltigen Säfte des Pflanzenreichs können hierzu benutzt werden. Da ferner das Stärkemehl unter dem Einfluß gewisser Fermente (namentlich der Diastase) in Zucker verwandelt wird, so können auch stärkemehlhaltige Pflanzenstoffe zur Bereitung alkoholischer Getränke dienen.

Wein, der gegorene Saft der Weinbeeren, ist eine klare, wässerige Lösung von Alkohol, etwas unvergorenem Zucker, Glycerin, Bernsteinsäure, Weinsäure, Weinstein, einem gelben oder roten Farbstoff (Önocyanin), verschiedenen Riechstoffen (zusammengesetzte Äther) und Salzen.

Bei der Weinbereitung werden die Trauben zerquetscht und dann geprefst (gekeltet). Der in Fässer abgezogene Saft (Most) geht ohne Hefezusatz in Gärung über, wobei sich das Ferment aus den auf den Schalen sitzenden Pilzkeimen entwickelt.

Haltbarer Wein muß völlig abgegoren sein, was erst nach mehrjährigem Lagern durch ein- oder mehrmalige Nachgärung erreicht wird.

81. Bier. Das unvollständig vergorene wässerige Extrakt der gekeimten Gerste (Malz), welches in einem gewissen Stadium der Bereitung einen Zusatz von Hopfen erhalten hat.

Zur Bierbereitung (Bierbrauerei) läßt man die Gerste durch Anfeuchten keimen (Malz), wobei sich aus dem Kleber Diastase bildet; dann wird das Malz geschrotet und mit warmem Wasser angesetzt (Maischen), wobei sich das Stärkemehl durch die Diastase in Zucker umwandelt. Der süße abgezogene Saft heißt Würze. Er wird in den Braupfannen gekocht und mit Hopfen versetzt. Durch den Gerbstoff desselben wird ein großer Teil der Proteinsubstanzen ausgefällt. Außerdem geht aus dem Hopfen ein aromatisches Öl und etwas Bitterstoff in die Würze über. Nach dem Kochen wird letztere rasch auf 8—10° abgekühlt (in Kühlschiffen und durch Eis) und dann in den offenen Gärungsbottichen mit Hefe versetzt, wobei ein großer Teil des Zuckers in Alkohol übergeht (Hauptgärung). Die Nachgärung macht das Bier in großen Gärfässern mit geöffnetem Spund bei niedriger Temperatur (2—4°) durch, klärt sich hierbei durch Ablagern der Hefe und sättigt sich mit Kohlensäure. Zuletzt wird es auf kleinere Lagerfässer abgezogen, welche fest verschlossen sind, und bekommt hierbei durch eine fortgesetzte langsame Nachgärung Trieb, indem die sich hierbei entwickelnde Kohlensäure nicht entweichen kann.

Die Hauptbestandteile des Biers sind Wasser, Alkohol (2—6 p. z., bei schweren Bieren: Porter, Ale bis 10 p. z.), Malzextrakt (3—8 p. z.) und Kohlensäure. Unter Malzextrakt versteht man die Summe der im Bier gelösten nicht flüchtigen Malzbestandteile, welche nach dem Abdampfen als eine braune, zähe Masse zurückbleiben. Diese ist ein Gemenge von noch unvergorenem Zucker, Dextrin (aus der Stärke entstanden), etwas Glycerin, wenig Eiweißkörpern und Mineralsalzen, namentlich Phosphaten. Die Güte des Bieres hängt von dem richtigen Verhältnis dieser drei Hauptbestandteile ab. Dieses Verhältnis ändert sich während der Gärung, indem durch dieselbe der Zuckergehalt fortwährend vermindert und der Alkoholgehalt vermehrt wird. Zu junge Biere sind süßlich und arm an Alkohol und Kohlensäure; sie haben keinen Trieb und schmecken fade; zu alte Biere werden zuckerarm und schmecken herb, auch tritt dann bald Essiggärung ein, und der Geschmack wird sauer. Hieraus folgt, daß

für jedes Bier die Zeit, innerhalb welcher es den höchsten Wohlgeschmack besitzt, nur eine begrenzte ist.

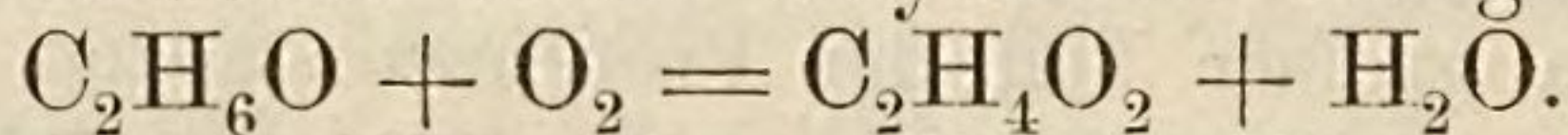
82. Branntwein. Mit diesem Namen bezeichnet man alle durch Destillation von alkoholischen Flüssigkeiten erzeugten Getränke: Kognak (aus französischem Wein), Kornbranntwein (aus Cerealien), Kirschwasser (aus den Kernen von Steinobst), Rum (aus den gegorenen Zuckerrohrabfällen), Arrak (aus Palm- und Reismehl), Kartoffelbranntwein (aus Kartoffeln), Rübensprit (aus der Melasse der Rübenzuckerfabriken), und außerdem noch manche andre Sorten.

Branntweinbrennerei. Der gewöhnliche Spiritus wird aus Kartoffeln erzeugt. Diese werden durch Dampf weich gekocht (gedämpft), zerquetscht und dann mit etwas Malz und Wasser zu einem Brei angerührt (Maische), wodurch bei etwa 60° das Stärkemehl in Zucker übergeht (süfse Maische). Diese wird rasch gekühlt und in den Gärungsbottichen nach Zusatz von Hefe der Gärung überlassen, wodurch sich der grösste Teil des Zuckers in Alkohol umwandelt. Zuletzt wird die Maische destilliert und dadurch der Alkohol gewonnen. Der Rückstand hiervon heisst Schlempe.

Der Kartoffelbranntwein enthält stets gewisse Mengen von Amylalkohol oder Fuselöl (aus dem Stärkemehl oder Amylum während der Gärung entstanden), welcher durch nachträgliche Behandlung beseitigt werden muß, wenn dieser Branntwein zum Genuß bestimmt ist.

2. Essiggärung.

83. Aus Alkohol entsteht durch Oxydation Essigsäure:



Reiner Alkohol erleidet diese Umwandlung nicht, alkoholische Getränke aber werden durch Fermentwirkung eines Pilzes (Essigsäureferment) sauer. Die Keime dieses Ferments stammen aus der Luft, und der atmosphärische Sauerstoff bewirkt die Oxydation. Gewöhnlicher Essig (Weinessig oder Bieressig) enthält in der Regel nur 2—3 p. z. Essigsäure und außerdem noch einige Bestandteile aus dem zu seiner Darstellung benutzten Wein oder Bier.

3. Brotgärung.

84. Wird Mehl mit Wasser angerührt und der Teig dann ein oder mehrere Tage bei 20—30° stehen gelassen, so wird er etwas dünnflüssiger, nimmt einen sauren Geschmack an (Sauerteig) und kann nun, wenn er einer größeren Menge frischen Brotteiges zugesetzt wird, diesen in eine Art Gärung versetzen, wobei sich Gase entwickeln, die den Teig auftreiben (Aufgehen des Teigs) und später beim Backen entweichen, wodurch sie das Gebäck locker machen. Derselbe Zweck kann auch durch Zusatz von Hefe erreicht werden (Weißbrot). Die Brotgärung scheint keine reine Alkoholgärung zu sein, sondern der Hauptsache nach in einer durch Bakterien bewirkten Zersetzung des Klebers zu bestehen, wobei außer Kohlensäure auch noch Wasserstoff und Stickstoff entweichen.

Register.

- A**chat 17.
Acidum arsenicosum 16.
 — boricum 17.
 — carbonicum 13.
 — phosphoricum 15.
 — silicicum 17.
 — sulfurosum 14.
Ackererde 48.
Äpfeläther 64.
Athan 53.
Äther 62.
Äthyl 58.
Äthyläther 62.
Athylalkohol 58.
Athylen 53.
Atzkali 32.
Atzkalk 32.
Affinität 23.
Albumin 71.
Albuminate 71.
Albuminoide 72.
Alizarin 71.
Alkaloide 69.
Alkanna 68.
Alkohole 56.
Alkoholgärung 82.
Alkoholische Getränke 80.
Althaeaschleim 66.
Aluminium 10.
Aluminiumhydroxyd 32. 33.
Aluminiumoxyd 17.
Amalgame 2.
Ameisensäure 60.
Amethyst 17.
Ammoniak 49.
Ammoniumamalgam 50.
Ammoniumcarbonat 51.
Ammoniumchlorid 50.
Ammoniumnitrat 51.
Ammoniumsulfat 51.
Amylalkohol 59. 84.
Amylen 54.
Amylum 66.
Analyse 18.
Ananasäther 64.
Anhydride 33.
Anilinfarben 71.
Anthracen 54.
Antimon 16.
Antimonate 41.
Antimonige Säure 16. 17.
Antimonite 41.
Aprikosenäther 64.
Argentum 2.
Aromatische Reihe 55.
Arrak 84.
Arsen 16.
Arsenate 41.
Arsenicum 16.
Arsenige Säure 16. 17. 23.
Arsenite 41.
Asphalt 69.
Atmungsprozess 10.
Atomgewichte 27.
Atomlehre 27.
Atropin 70.
Aurum 2.
Balsame 68.
Baryt 11. 17.
Baumöl 64.
Benzoëharz 69.
Benzoësäure 61.
Benzol 54.
Bergamottöl 68.
Bergkristall 17.
Bergöl 53.
Bernstein 69.
Bier 80. 83.
Bierbrauerei 83.
Birnenäther 64.
Bismutum 1.
Bittersalz 44.
Bitterstoffe 73.
Blattgrün 73.
Blauholz 71.
Blei 1. 2. 24.
Bleihydroxyd 32. 33.
Bleinitrat 47.
Bleioxyd 17. 24.
Bleisalpeter 47.
Bluteiweifs 71.
Blutfibrin 72.
Bor 16.
Borate 41.
Borneocampher 68.
Borneol 68.
Borsäure 16. 17.
Borsäurehydrat 34.
Branntwein 80. 84.
Branntweinbrennerei 84.
Brasilienholz 70.
Brasilin 70.
Brenzkatechin 59.
Brom 22.
Bromate 41.
Bromide 22.
Bromwasserstoff 34.
Bronze 2
Brotgärung 84.
Brucin 70.
Butan 53.
Butter 64. 78.
Buttersäure 60.
Butylene 54.
Cadmium 1. 2.
Calcium, kohlen-saures 46.
Calciumcarbonat 46.
Calciumhydrat 32.
Calciumhydroxyd 32. 33.
Calciumsulfat 44.
Campher 68.
Campherarten 68.
Caprinsäure 60.
Caprinsäure 60.

Caprylsäure 60.
 Carbonate 40. 41. 45.
 Carbonium 11.
 Carnivoren 75.
 Carthamin 70.
 Cellulose 66. 73.
 Chalcedon 17.
 Chilisalpeter 47.
 Chinin 70.
 Chlor 21.
 Chlorate 40. 41.
 Chlorcalcium 43.
 Chloride 21. 30. 40. 41. 43.
 Chlorite 40. 41.
 Chlorkalium 43.
 Chlornatrium 21. 43.
 Chlorophyll 73.
 Chlorsäurehydrat 34.
 Chlorwasserstoff 22. 34.
 Chondrin 72.
 Chromate 41.
 Chromogene 70.
 Chrysopras 17.
 Chylus 75.
 Chymus 75.
 Cochenille 70.
 Conglutin 72.
 Coniin 70.
 Cumol 54.
 Cuprum 1.
 Curcuma 71.
 Cymol 54.

Daniellscher Hahn 8.
 Darmsaft 75.
 Decylen 54.
 Dextrin 67.
 Diamant 12.
 Diastase 72.
 Digallussäure 62.
 Doppelspat 46.

Eichengerbstoff 62.
 Eier 78.
 Eiereiweifs 71.
 Eisen 1. 2. 39.
 Eisenhydroxyd 32. 33.
 Eisenhydroxydul 32. 33.
 Eisenoxyd 17. 37.
 Eisensulfid 19.
 Eisenvitriol 45.
 Eiweifs 71.
 Eiweifskörper 71.
 Elektrolyse 25.
 Elemente 18.
 Emulsion 64.
 Erbsenstein 46.
 Erdbeeräther 64.
 Erdharz 69.

Erdöl 53.
 Ernährung der Pflanzen 74.
 — des Tierkörpers 75.
 Essigäther 63.
 Essiggärung 84.
 Essigsäure 60.
 Essigsäureäthyläther 63.
 Explosive Gemenge 48.

Färberei 70.
 Fäulnis 80.
 Farbstoffe 70. 71.
 Fasergips 44.
 Faserstoff 71.
 Federharze 69.
 Fenchelöl 68.
 Fermente 72. 81.
 Fernambuk 70.
 Ferrosulfat 45.
 Ferrum 1.
 Fette 64. 78.
 Fettreihe 55.
 Feuerstein 17.
 Fibrin 71.
 Fichtenharz 68.
 Firnisse 65.
 Fleisch 78.
 Fleischbrühe 79.
 Fleischextrakt 79.
 Fluorwasserstoff 34.
 Fraueneis 44.
 Fruchtenessenzen 63.
 Fuselöl 59. 84.
 Fußböden 44.

Gärung 80.
 Galläpfelgerbsäure 62.
 Galle 75.
 Gallussäure 62.
 Gasolin 53.
 Gelatine 72.
 Gemüse, grüne 78.
 Generatorofen 28.
 Genußmittel 79.
 Gerberlohe 62.
 Gerbstoffe 62. 73.
 Germanium 18.
 Gerstenzucker 66.
 Gewürze 79.
 Gips 44.
 Gipsabgüsse 44.
 Glas 48.
 Glaubersalz 43.
 Globulin 71.
 Glutin 72.
 Glycerin 59.
 Glykose 65.
 Gold 2. 3. 38.

Graphit 12.
 Guajakol 63.
 Gummi, arabisches 66.
 Gummi elasticum 69.
 Gummiharze 69.
 Gummilack 69.
 Gusseisen 1.
 Guttapercha 69.

Haloidsalze 22. 37.
 Hanföl 64.
 Harnstoff 77.
 Hartharze 69.
 Harze 68. 73.
 Heliotrop 17.
 Heptan 53.
 Heptylen 54.
 Herbivoren 75.
 Hexan 53.
 Hexylen 54.
 Höllenstein 47.
 Holzessig 58.
 Holzfaser 66.
 Holzgeist 58.
 Holzkohle 12.
 Homobrenzkatechin 59.
 Hopfen 83.
 Hühnereiweifs 73.
 Hülsenfrüchte 78.
 Hutzucker 65.
 Hydrargyrum 1.
 Hydrate 32.
 Hydrogenium 3.
 Hydrosäuren 33.
 Hydroxyde 32. 37.
 Hydrüre 49.
 Hyperchlorate 40. 41.
 Hypermanganate 41.
 Hypochlorite 40.
 Hyposulfite 40. 41.

Indigblau 70.
 Indigo 70.
 Indigotin 70.

Japancampher 68.
 Jaspis 17.
 Jod 22.
 Jodate 41.
 Jodide 22.
 Jodwasserstoff 34.
 Judenpech 69.

Kältemischungen 41.
 Käse 78.
 Käsestoff 71. 72.
 Kaffee 79.

Kaffein 70.
 Kali 11. 17.
 Kalisalpeter 46.
 Kalium 10. 24.
 Kaliumcarbonat 45.
 Kaliumhydrat 32. 35.
 Kaliumhydroxyd 32. 33.
 Kaliumhypophosphit 51.
 Kalk 11. 17.
 Kalklicht, Drummond-
 sches 9.
 Kalksalpeter 47.
 Kalksinter 46.
 Kalkspat 46.
 Kalkstein 46.
 Kalktuff 46.
 Kampescheholz 71.
 Kanadabalsam 69.
 Kandiszucker 65.
 Kaolin 49.
 Karamel 66.
 Karbolsäure 59.
 Karmin 70.
 Karneol 17.
 Kartoffelbranntwein 84.
 Kartoffeln 78.
 Kasein 71. 72.
 Kautschuk 69.
 Keratin 72.
 Kiesel 16.
 Kieselsäure 16. 17.
 Kirschwasser 84.
 Kleber 72.
 Kleesäure 61.
 Klischees 45.
 Knallgas 8.
 Knochenkohle 12.
 Knochenleim 72.
 Knorpelleim 72.
 Kobaltchlorür 41.
 Kochsalz 21. 43. 80.
 Königswasser 39.
 Kognak 84.
 Kognakessenz 64.
 Kohlehydrate 65. 73. 78.
 Kohlenoxyd 28. 29.
 Kohlensäure 13. 17. 25.
 Kohlenstoff 11. 23. 27.
 Kohlenstoffsulfid 20.
 Kohlenwasserstoffe 52.
 Kokosöl 64.
 Koks 12.
 Kollodium 65.
 Kolophonium 68.
 Kornbranntwein 84.
 Korund 16.
 Krapp 70.
 Kreide 46.

Kreislauf 77.
 Kreislauf des Stoffs 80.
 Kreosol 63.
 Kreosot 63.
 Kristallwasser 42.
 Kümmelöl 68.
 Kupfer 1. 2. 3. 4. 5. 23. 39.
 Kupferhydroxyd 32. 33.
 Kupferoxyd 17. 23. 37.
 Kupfersulfat 45.
 Kupfersulfür 19.
 Kupfervitriol 45.

Laurineencampher 68.
 Lavendelöl 68.
 Legierungen 2. 38.
 Legumin 71.
 Lehm 48.
 Leimsubstanzen 72.
 Leinöl 64.
 Leinsamenschleim 66.
 Leuchtgas 55.
 Ligroin 53.
 Löslichkeit 42.
 Lorbeeröl 68.
 Luft, atmosphärische 7.

Magnesia 17.
 Magnesiasalpeter 47.
 Magnesium 10.
 Magnesiumhydroxyd 32. 33.
 Magnesiumoxyd 17.
 Magnesiumsulfat 44.
 Maische 83. 84.
 Mandelöl 64.
 Manganate 41.
 Marienglas 44.
 Marmor 46.
 Meersalz 43.
 Menthampher 68.
 Menthol 68.
 Messing 2.
 Metalle 83.
 — leichte 10. 17.
 — schwere 1. 16.
 Metallhydrate 32.
 Metalloide 11.
 Methan 52.
 Methylalkohol 58.
 Milch 78.
 Milchsäure 61.
 Milchzucker 66.
 Mohnöl 64.
 Moleküle 28.
 Morphin 70.
 Most 83.
 Mucin 72.

Muskelfibrin 72.
 Myosin 72.
 Nahrungsmittel 78.
 Naphta 53.
 Naphtalin 54.
 Natrium 10. 24.
 Natriumcarbonat 45.
 Natriumhydrat 35.
 Natriumhydroxyd 32. 33.
 Natriumsulfat 43.
 Natron 11. 17.
 Natronsalpeter 47.
 Nelkenöl 68.
 Neroliöl 68.
 Neusilber 2.
 Nickel 1. 2.
 Nicolum 1.
 Nikotin 70.
 Nitrate 40. 41. 46.
 Nitrocellulose 66.
 Nitrogenium 7.
 Nomenklatur 29. 40.
 Nonan 53.
 Nonylen 54.
 Nordhäuser Vitriolöl 34.
 Nufsöl 64.

Octan 53.
 Octylen 54.
 Ölbildendes Gas 53.
 Öle, ätherische 67. 71.
 Ölsäure 60.
 Oleinsäure 60.
 Olivenöl 64.
 Omnivoren 75.
 Onyx 17.
 Opal 17.
 Orangenblütenöl 68.
 Organische Wesen 72.
 Orlean 71.
 Orseille 71.
 Orthophosphorsäure 35.
 Oxalsäure 61.
 Oxybenzoësäure 62.
 Oxydation 10.
 Oxyde 10. 17.
 Oxygenium 7.
 Oxysalze 36.
 Palmitinsäure 59. 60
 Palmöl 64.
 Paraffin 53.
 Paraffinöl 53.
 Pentan 53.
 Pepsin 72. 75.
 Persio 69.

Perubalsam 69.
 Petrefakten 17. 46.
 Petroleum 53.
 Petroleumäther 53.
 Petroleumbenzin 53.
 Pfefferminzöl 68.
 Pflanze 73.
 Pflanzenbasen 69.
 Pflanzenbestandteile 73.
 Pflanzeneiweiß 71.
 Pflanzenfibrin 72.
 Pflanzenschleim 66.
 Pflaster 65.
 Plaumengummi 66.
 Phenol 59.
 Phenole 56.
 Phosphate 41.
 Phosphite 41.
 Phosphor 14.
 Phosphorsäure 15. 17.
 Phosphorsäurehydrat 34. 35.
 Phosphorwasserstoff 51.
 Pigmente 70.
 Platin 2. 3. 38.
 Platina 2.
 Plumbum 1.
 Porzellan 49.
 Pottasche 45.
 Propan 53.
 Propionsäure 60.
 Propylen 54.
 Proteinsubstanzen 71. 73. 78.
 Ptyalin 72. 75.
 Purpurin 68.
 Pyroxylin 66.

Quarz 17.
 Quecksilber 1. 39.
 Quecksilberoxyd 37.
 Quecksilbersulfid 18.
 Quittenschleim 66.

Rauchtopas 17.
 Reduktion 23.
 Regenerativofen 28.
 Rindstalg 64.
 Roggenbrot 78.
 Roggenmehl 78.
 Roheisen 1.
 Rohrzucker 65.
 Rosenöl 68.
 Rotholz 70.
 Rübensprit 84.
 Rüböl 64.
 Rum 84.
 Rumessenz 64.

Saccharose 65.
 Säurehydrate 34.
 Säuren, organische 59. 73.
 Safflor 70.
 Safran 71.
 Sago 67.
 Salicylsäure 62.
 Salmiak 50.
 Salmiakgeist 49.
 Salpeter 46.
 Salpetersäure 38.
 Salpetersäureäthyläther 63.
 Salpetersäurehydrat 34. 35.
 Salze 36. 40. 42. 43.
 Salzsäure 22. 25. 36. 37. 44.
 Sand 17.
 Santelsalz 71.
 Sauerstoff 7.
 Sauerstoffsalze 35.
 Sauerteig 84.
 Schaumgips 44.
 Schellack 69.
 Schiefsbaumwolle 66.
 Schiefspulver 48.
 Schlagende Wetter 52.
 Schmiedeeisen 1.
 Schmieröl 53.
 Schwefel 13.
 Schwefeläther 63.
 Schwefelblei 20.
 Schwefeleisen 19.
 Schwefelkalium 20.
 Schwefelkohlenstoff 20.
 Schwefelkupfer 19.
 Schwefelnatrium 20.
 Schwefelquecksilber 18.
 Schwefelsäure 35. 36. 37.
 Schwefelsäure, rauchende 34.
 Schwefelsäurehydrat 34. 35.
 Schwefelwasserstoff 20.
 Schwefelzinn 20.
 Schweflige Säure 14. 17.
 Schweineschmalz 64.
 Schweifs 77.
 Schweifseisen 1.
 Seesalz 43.
 Seifen 65.
 Silber 2. 3. 49.
 Silbernitrat 47.
 Silicium 16.
 Silikate 41. 48.
 Soda 45.
 Solaröl 53.
 Soolsalz 43.
 Spat, isländischer 44.
 Speck 78.
 Speichel 75.

Spirituosen 80. 83.
 Sprudelstein 46.
 Stabeisen 1.
 Stärke 66.
 Stärkegummi 67.
 Stärkemehl 66. 73.
 Stahl 1.
 Stannum 1.
 Statuen 44. 45.
 Stearinsäure 59. 60.
 Steinöl 53.
 Steinsalz 41.
 Steppensalz 43.
 Stibium 16.
 Stickstoff 7.
 Stöchiometrie 29.
 Stoffwechsel 77.
 Strontian 11. 17.
 Stychnin 70.
 Stukkaturarbeiten 44.
 Sulfate 40. 41. 43.
 Sulfide 18. 29.
 Sulfite 40.
 Sulfur 13.
 Sumpfgas 52.
 Synthese 18.

Talg 78.
 Tannin 62.
 Terpentin 68.
 Terpentinöl 68.
 Thee 79.
 Thein 70.
 Theobromin 70.
 Thon 48.
 Thonerde 17.
 Thran 64.
 Tier 74.
 Tierbestandteile 74.
 Toluol 54.
 Traubenzucker 65.
 Tropfstein 46.
 Trypsin 72. 75.

Unterchlorigsäurehydrat 34.
 Untersalpetersäure 48.
 Urstoffe 18.

Valeriansäure 60.
 Vaseline 53.
 Ventilation 7.
 Verdauungsorgane 75.
 Versteinerungen 17. 46.
 Verwandtschaft, chemische 22.
 Verwesung 80.
 Vitellin 72.
 Vitriolöl 34.

Wachs 64.
Wachstum der Pflanzen 74.
Walrat 64.
Wasser 7. 9. 25.
Wasserstoff 3. 23.
Wasserstoffsäuren 33.
Weichharze 68.
Wein 80. 83.
Weingeist 58.
Weinsäure 61.
Weizengebäck 78.

Weizenmehl 78.
Wismut 1.
Wüstensalz 43.

Xylol 54.

Zellstoff 66.
Zincum 1.
Zink 1. 2. 39.
Zinkhydroxyd 32. 33.

Zinkoxyd 17. 37.
Zinn 1. 2. 24. 39.
Zinnober 18.
Zinnoxid 17. 24.
Zitronenöl 68.
Zitronensäure 61.
Zucker 73.
Zuckercouleur 66.
Zuckerkohle 12.
Zuckersirup 65.
Zymotechnik 82.



Ch

aque nigra

Chemie

~~Chemie~~

This is a ~~sketch~~

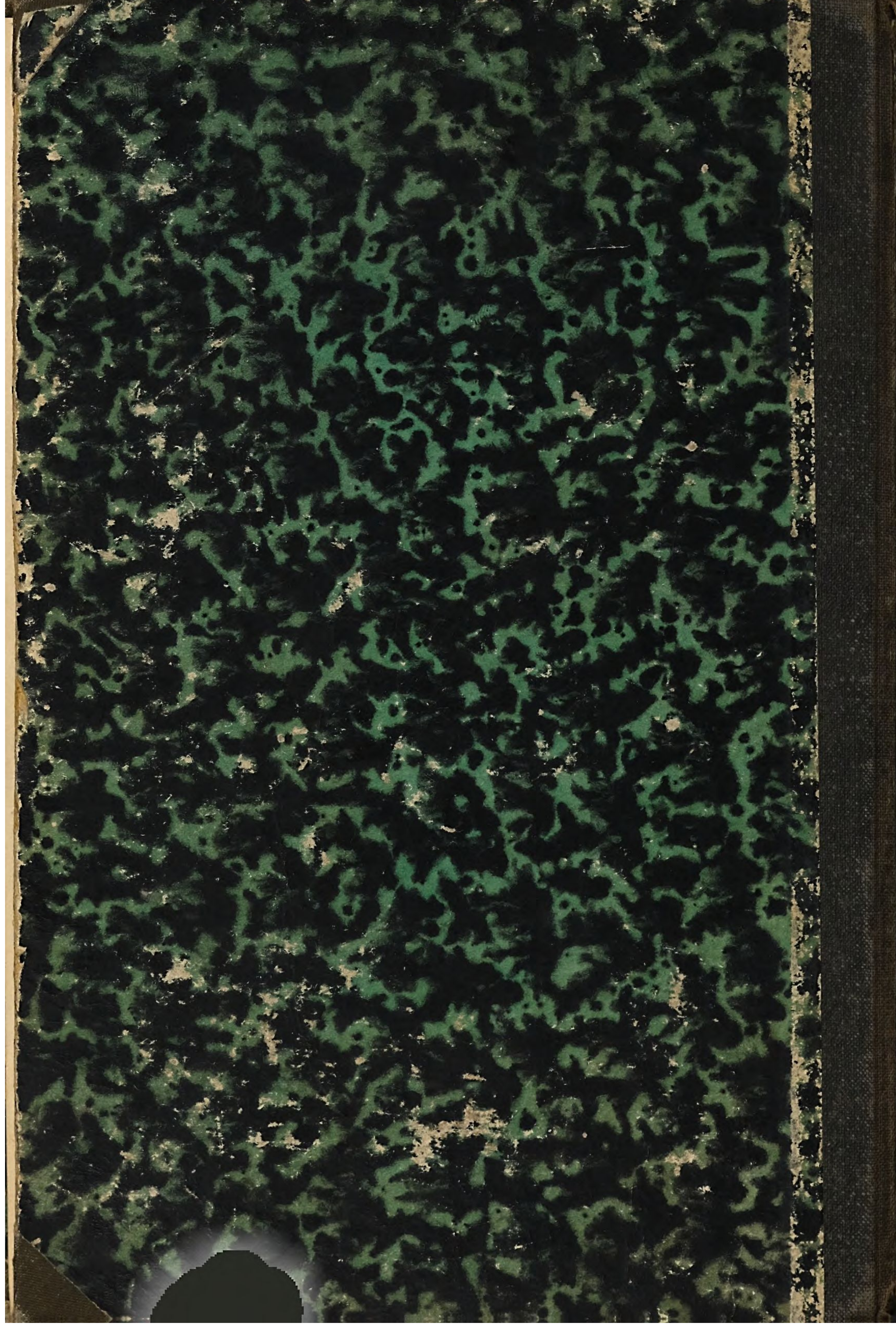
~~TS~~

Ritter ~~sketch~~

~~sketch~~







Arendt, Rudolf,

Leitfaden für den Unterricht in der Chemie Methodisch bearbeitet von
Rudolf Arendt. Mit 85 in den Text eingeschalteten Holzschnitten

Hamburg u. Leipzig 1889

Chem. 424 e

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11582568-7